
DIPLOMARBEIT

Frau Ing.
Karin Koch

**Arbeitsplatz- und
Anlagengestaltung unter
Berücksichtigung der
Ergonomie**

Mittweida, 2019

DIPLOMARBEIT

Arbeitsplatz- und Anlagengestaltung unter Berücksichtigung der Ergonomie

Autor:

Frau Ing. Karin Koch

Studiengang:

Wirtschaftsingenieurwesen

Seminargruppe:

KW15sGA

Erstprüfer:

Prof. Dr. Dr. h.c. Hartmut Lindner

Zweitprüfer:

Prof. Ralf Hartig

Einreichung:

Mittweida, 04.02.2019

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2019

Bibliografische Beschreibung:

Koch, Karin; Arbeitsplatz- und Anlagengestaltung unter Berücksichtigung der Ergonomie; Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Diplomarbeit, 2019

Referat:

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Ergonomie am Arbeitsplatz mit deren Gestaltung und Umsetzung. Durch die bessere Planung des Arbeitsplatzes wird die Produktivität, Wirtschaftlichkeit und die Motivation der Mitarbeiter gesteigert. Zudem werden Langzeit Erkrankungen und Krankenstände vermieden Kosten gesenkt und die Sicherheit am Arbeitsplatz erhöht. Die Arbeitsplatzgestaltung unter ergonomischen Gesichtspunkten nimmt immer mehr einen höheren Stellenwert in Unternehmen ein.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	I
ABKÜRUNGSVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	V
TABELLENVERZEICHNIS.....	VI
1. EINLEITUNG	- 1 -
1.1 PROBLEMSTELLUNG	- 1 -
1.2 ARBEITSBEDINGTE MUSKEL- UND SKELETTERKRANKUNGEN.....	- 1 -
1.3 ZIELSETZUNG/NUTZEN	- 2 -
1.4 METHODISCHES VORGEHEN	- 3 -
2. GRUNDLAGEN	- 4 -
2.1 ERKLÄRUNG DES BEGRIFFES ERGONOMIE.....	- 4 -
2.2 DIE AUFGABE DER ERGONOMIE	- 4 -
2.3 ANWENDUNGSGEBIETE UND ARBEITSPLATZGESTALTUNG.....	- 5 -
2.3.1 Produktionsumfeld	- 5 -
2.3.1.1 Greifraum	- 5 -
2.3.1.2 Greifpositon	- 7 -
2.3.1.3 Greifhöhe	- 7 -
2.3.1.4 Körpergröße und Arbeitshöhe	- 7 -
2.3.1.5 Bewegungsraum und Sicherheitsabstand.....	- 10 -
2.3.1.6 Schutzeinrichtung	- 11 -
2.3.1.7 Sehraum.....	- 12 -
2.3.2 Weitere Anforderungen an Gestaltung von Arbeitsplätzen in der Produktion	- 13 -
2.3.3 Büroumfeld	- 13 -
2.3.3.1 Anordnung der Arbeitsmittel	- 14 -
2.3.3.2 Sehabstand zum Bildschirm	- 14 -
2.3.3.3 Einstellung des Arbeitstisches.....	- 15 -
2.3.3.4 Sitzposition (das richtige Sitzen)	- 16 -
2.4 GESTALTUNG EINES BEEINTRÄCHTIGUNGSFREIEN UND GESUNDHEITLICH UNBEDENKLICHEN ARBEITSUMFELDES	- 18 -
2.4.1 Umgebungseinflüsse	- 18 -
2.4.1.1 Lärm.....	- 18 -
2.4.1.2 Beleuchtung.....	- 20 -
2.4.1.3 Farbgebung.....	- 22 -
2.4.1.4 Klima	- 23 -
2.4.2 Falsche Bewegungen und Körperhaltungen, die gesundheitliche Gefährdungen hervorrufen	- 25 -
2.4.2.1 Beanspruchung der Handgelenke bei	- 25 -
2.4.2.2 Beanspruchung der Ellbogen bei	- 25 -
2.4.2.3 Auf unterschiedlicher Ebene arbeiten bei	- 26 -
2.4.2.4 Beanspruchung des Kopfes bei	- 26 -
2.4.2.5 Beanspruchung des Rückens bei	- 26 -
2.4.2.6 Drehung des Rückens und Nacken bei	- 27 -
2.4.2.7 Greifen nach weit entfernten Dingen bei.....	- 27 -
2.4.2.8 Vibrationsquellen.....	- 27 -

3.	ARBEITSPLATZ- ANLAGENGESTALTUNG UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ERGONOMIE	- 28 -
3.1	ZU BERÜCKSICHTIGENDE ASPEKTE FÜR ERGONOMISCHE ARBEITSPLATZGESTALTUNG	- 28 -
3.1.1	<i>Beispiel einer Ergonomischen Station.....</i>	<i>- 29 -</i>
3.2	GESTALTUNG ERGONOMIE GERECHTER MASCHINEN	- 30 -
3.2.1	<i>Ergonomische Prinzipien</i>	<i>- 31 -</i>
3.2.2	<i>Randbedingungen</i>	<i>- 32 -</i>
3.2.3	<i>Langzeitwirkung ergonomischer Mängel</i>	<i>- 32 -</i>
3.2.4	<i>Belastungs-Beanspruchungs-Konzept</i>	<i>- 32 -</i>
3.2.5	<i>Zwangshaltungen</i>	<i>- 34 -</i>
3.3	ARBEITSABLÄUFE ERGONOMISCH GESTALTEN	- 35 -
3.3.1	<i>Job-Rotation</i>	<i>- 36 -</i>
3.3.2	<i>Job-Enrichment.....</i>	<i>- 36 -</i>
3.3.3	<i>Job-Enlargement:</i>	<i>- 37 -</i>
4.	METHODEN.....	- 37 -
4.1	BEWERTUNG DER MENSCHLICHEN ARBEIT	- 37 -
4.1.1	<i>Ausführbarkeit.....</i>	<i>- 37 -</i>
4.1.2	<i>Erträglichkeit</i>	<i>- 37 -</i>
4.1.3	<i>Zumutbarkeit.....</i>	<i>- 38 -</i>
4.1.4	<i>Zufriedenheit</i>	<i>- 38 -</i>
4.2	LEITMERKMALMETHODE	- 38 -
4.2.1	<i>Vorgehensweise.....</i>	<i>- 39 -</i>
4.2.2	<i>Beurteilung von Heben, Halten und Tragen</i>	<i>- 39 -</i>
4.2.2.1.	<i>Bestimmung Zeitwichtung.....</i>	<i>- 39 -</i>
4.2.2.2.	<i>Erfassung der Leitmerkmale</i>	<i>- 40 -</i>
4.2.2.3.	<i>Bewertung</i>	<i>- 42 -</i>
4.2.2.4.	<i>Maßnahmen und Kontrolle.....</i>	<i>- 44 -</i>
1.1.1	<i>Beispiel Pakete palettieren</i>	<i>- 44 -</i>
4.2.3	<i>Beurteilung von Ziehen und Schieben.....</i>	<i>- 46 -</i>
4.2.3.1.	<i>Bestimmung Zeitwichtung.....</i>	<i>- 46 -</i>
4.2.3.2.	<i>Leitmerkmale.....</i>	<i>- 47 -</i>
4.2.3.3.	<i>Bewertung</i>	<i>- 49 -</i>
4.2.3.4.	<i>Maßnahmen und Kontrolle.....</i>	<i>- 50 -</i>
4.2.4	<i>Beispiel Rollbehälter verladen</i>	<i>- 50 -</i>
4.2.5	<i>Beurteilung von manuellen Arbeitsprozessen</i>	<i>- 51 -</i>
4.2.5.1.	<i>Anwendungsgebiete</i>	<i>- 51 -</i>
4.2.5.2.	<i>Bestimmung der Zeitwichtung.....</i>	<i>- 52 -</i>
4.2.5.3.	<i>Leitmerkmale.....</i>	<i>- 52 -</i>
4.2.6	<i>Bewertung</i>	<i>- 56 -</i>
4.3	MULTIPLE-LASTEN-TOOL VON KOBRA (KOOPERATIONSPROGRAMM ZU NORMATIVEM MANAGEMENT VON BELASTUNGEN UND RISIKEN BEI KÖRPERLICHER ARBEIT)	- 57 -
4.3.1	<i>Vorgehensweise.....</i>	<i>- 57 -</i>
4.3.2	<i>Einstufung Körperhaltung</i>	<i>- 59 -</i>
4.3.3	<i>Einstufung Ausführungsbedingungen</i>	<i>- 60 -</i>
4.3.4	<i>Einstufung Positioniergenauigkeit.....</i>	<i>- 61 -</i>
1.1.2	<i>Beispiel: Maschinenbedienung und Einlegetätigkeiten.....</i>	<i>- 62 -</i>
4.4	RULA (RABID UPPER LIMB ASSESSMENT)	- 63 -

4.4.1	Vorgehensweise RULA Teil 1.....	- 63 -
1.1.3	Vorgehensweise RULA Teil 2.....	- 65 -
4.4.2	Vorgehensweise RULA Teil 3.....	- 66 -
5.	SCHLUSS.....	- 68 -
5.1	ERKENNTNISSE.....	- 68 -
1.2	EMPFEHLUNG	- 68 -
6.	ANHANG	VI
6.1	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG (HEBEN).....	VI
6.2	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG (HALTEN).....	VII
6.3	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG (TRAGEN)	VIII
6.4	INTERPOLATION - LASTWICHTUNG BEI HEBEN/HALTEN/TRAGEN	IX
6.5	INTERPOLATION - LASTWICHTUNG BEI HEBEN/HALTEN/TRAGEN	X
6.6	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XI
6.7	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XII
1.3	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XIII
6.8	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XIV
6.9	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XV
6.10	INTERPOLATION – ZEITWICHTUNG BEI ZIEHEN UND SCHIEBEN	XVI
	LITERATURVERZEICHNIS.....	XVII
	SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	XIX

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
Anh.	Anhang
Anm.	Anmerkung
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
Ausg.	Ausgabe
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Bd.	Band
Beil.	Beilage
betr.	betreffend
cf.	(lat.) vergleiche
db.	Dezibel
d. h.	das heißt
ebd.	ebenda
etc.	et cetera
gen.	genannt
Hg./Hrsg.	Herausgeber
J.	Jahr
Jg.	Jahrgang
kg	Kilogramm
KoBRA	Kooperationsprogramm zu normativem Management von Belastungen und Risiken bei körperlicher Arbeit
LMM	Leitmerkmalmethode
Lx	Lux
MS	Manuskript
o. J.	ohne Jahresangabe
o. O.	ohne Ortsangabe
RULA	Rapid Upper Limb Assessment
s.	siehe
S.	Seite
s. o.	siehe oben
Sp.	Spalte
s. u.	siehe unten
u. a.	und andere
Übers.	Übersetzer, Übersetzung
Verf.	Verfasser
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: MAßE DES GREIFRAUMES IN NORMALER ARBEITSHÖHE	- 6 -
ABBILDUNG 2: GRUPPIERUNG DER KÖRPERGRÖßEN	- 8 -
ABBILDUNG 3: OPTIMALE ARBEITSHÖHE	- 9 -
ABBILDUNG 4: DURCHSCHNITTliche ARBEITSHÖHE	- 9 -
ABBILDUNG 5: ZU WENIG BEWEGUNGSRAUM FÜR DIE BEINE	- 10 -
ABBILDUNG 6: ZU WENIG BEWEGUNGSRAUM FÜR DIE BEINE	- 10 -
ABBILDUNG 7: BLICKBEREICH ABBILDUNG 8: BLICKBEREICH	- 13 -
ABBILDUNG 9: ANORDNUNG ARBEITSMITTELN	- 14 -
ABBILDUNG 10: SEHABSTAND ABBILDUNG 11: SEHACHSE	- 15 -
ABBILDUNG 12: ARBEITSSTUHL; ERLÄUTERUNG DES STANDSICHERHEITSMAB.....	- 17 -
ABBILDUNG 13: LAUTSTÄRKEN IN DEZIBEL	- 19 -
ABBILDUNG 14: FARBGEBUNG.....	- 22 -
ABBILDUNG 15: GESETZliche BESTIMMUNGEN TEMPERATUR	- 24 -
ABBILDUNG 16: BEISPIEL EINER ERGONOMISCHEN STATION	- 29 -
ABBILDUNG 17: MAßE DER STATION	- 30 -
ABBILDUNG 18: BELASTUNGS-BEANSPRUCHUNGS-KONZEPT	- 34 -
ABBILDUNG 19: GEGENÜBERSTELLUNG VERSCHIEDENER KÖRPERHALTUNGEN	- 35 -
ABBILDUNG 20: SCHRITT 1 : BESTIMMUNG DER ZEITWICHTUNG HEBEN, HALTEN, TRAGEN	- 40 -
ABBILDUNG 21: LASTWICHTUNG.....	- 41 -
ABBILDUNG 22: KÖRPERHALTUNG	- 41 -
ABBILDUNG 23: AUSFÜHRUNGSBEDINGUNG	- 42 -
ABBILDUNG 24: BEWERTUNG.....	- 42 -
ABBILDUNG 25: RISIKOBEWERTUNG	- 43 -
ABBILDUNG 26: BEISPIEL PAKETE PALETTIEREN	- 45 -
ABBILDUNG 27: FARBSKALA RISIKOBEURTEILUNG	- 45 -
ABBILDUNG 28: ZEITWICHTUNG FÜR LANGE UND KURZE DISTANZN	- 46 -
ABBILDUNG 29: ZU BEWEGENDE GEWICHTE.....	- 47 -
ABBILDUNG 30: POSITIONIERGENAUIGKEIT	- 48 -
ABBILDUNG 31: KÖRPERHALTUNG	- 48 -
ABBILDUNG 32: AUSFÜHRUNGSBEDINGUNGEN.....	- 49 -
ABBILDUNG 33: BEWERTUNG.....	- 49 -
ABBILDUNG 34: BEISPIEL ROLLBEHÄLTER VERLADEN TEIL1	- 50 -
ABBILDUNG 35: BEISPIEL ROLLBEHÄLTER VERLADEN TEIL2	- 51 -
ABBILDUNG 36: ZEITWICHTUNG	- 52 -
ABBILDUNG 37: KRAFTAUSÜBUNG	- 53 -
ABBILDUNG 38: WICHTUNG DER KRAFTAUSÜBUNG	- 53 -
ABBILDUNG 39: KRAFTÜBERTRAGUNG / GREIFBEDINGUNGEN	- 54 -
ABBILDUNG 40: HAND- /ARMSTELLUNG UND –BEWEGUNG.....	- 54 -
ABBILDUNG 41: ARBEITSORGANISATION.....	- 55 -
ABBILDUNG 42: AUSFÜHRUNGSBEDINGUNGEN.....	- 55 -
ABBILDUNG 43: KÖRPERHALTUNG	- 56 -
ABBILDUNG 44: BEWERTUNG.....	- 56 -
ABBILDUNG 45: RISIKOBEURTEILUNG	- 56 -
ABBILDUNG 46: ALLGEMEINE DATEN.....	- 57 -
ABBILDUNG 47: ALLGEMEINE DATEN LASTGEWICHT	- 58 -
ABBILDUNG 48: DATEN UMSETZTEN, HALTEN, TRAGEN	- 58 -
ABBILDUNG 49: DATEN ZIEHEN UND SCHIEBEN	- 58 -
ABBILDUNG 50: BEWERTUNG.....	- 58 -
ABBILDUNG 51: RISIKOBEWERTUNG	- 58 -
ABBILDUNG 52: HEBEN, HALTEN, TRAGEN	- 59 -
ABBILDUNG 53: ZIEHEN UND SCHIEBEN.....	- 59 -
ABBILDUNG 54: AUSFÜHRUNGSBEDINGUNG HEBEN, HALTEN, TRAGEN	- 60 -

ABBILDUNG 55: AUSFÜHRUNGSBEDINGUNG ZIEHEN UND SCHIEBEN	- 61 -
ABBILDUNG 56: POSITIONIERGENAUIGKEIT	- 61 -
ABBILDUNG 57: BEISPIEL STIRNRADFERTIGUNG	- 62 -
ABBILDUNG 58: BEISPIEL STIRNRADFERTIGUNG	- 62 -
ABBILDUNG 59: BEISPIEL STIRNRADFERTIGUNG	- 62 -
ABBILDUNG 60: RULA TEIL 1	- 64 -
ABBILDUNG 61: RULA TEIL 2	- 66 -
ABBILDUNG 62: RULA TEIL 3	- 67 -
ABBILDUNG 63: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG HEBEN	VI
ABBILDUNG 64: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG HALTEN.....	VII
ABBILDUNG 65: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG TRAGEN	VIII
ABBILDUNG 66: LASTWICHTUNG MÄNNER	IX
ABBILDUNG 67: LASTWICHTUNG FRAUEN	X
ABBILDUNG 68: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG (ÜBER KURZE DISTANZEN).....	XI
ABBILDUNG 69: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG (ÜBER LANGE DISTANZEN)	XII
ABBILDUNG 70: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (ROLLEN OHNE HILFSMITTEL ODER WAGEN MIT BOCKROLLEN).....	XIII
ABBILDUNG 71: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (KARREN UND MANIPULATOREN)	XIV
ABBILDUNG 72: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (WAGEN NUR MIT LENKROLLEN)	XV
ABBILDUNG 73: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (GLEITEND).....	XVI

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: BEWERTUNG GESAMTPUNKTWERT	- 63 -
TABELLE 2: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG HEBEN.....	VI
TABELLE 3: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG HALTEN	VII
TABELLE 4: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG TRAGEN	VIII
TABELLE 5: LASTWICHTUNG MÄNNER.....	IX
TABELLE 6: LASTWICHTUNG FRAUEN.....	X
TABELLE 7: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG (ÜBER KURZE DISTANZEN)	XI
TABELLE 8: ERMITTLUNG DER ZEITWICHTUNG (ÜBER LANGE DISTANZEN)	XII
TABELLE 9: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (ROLLEN OHNE HILFSMITTEL ODER WAGEN MIT BOCKROLLEN)	XIII
TABELLE 10: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (KARREN UND MANIPULATOREN)	XIV
TABELLE 11: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (WAGEN NUR MIT LENKROLLEN).....	XV
TABELLE 12: ERMITTLUNG DER LASTWICHTUNG (GLEITEND).....	XVI

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Diese Arbeit behandelt das Thema der Ergonomie am Arbeitsplatz und deren Gestaltung und Umsetzung.

Durch die schnelle technische Entwicklung der letzten Jahre hat sich die Arbeitsweise der Menschen grundlegend geändert und es erfordert eine bessere Planung des Arbeitsplatzes. Lange Zeit wurde keine Rücksicht auf die Bedürfnisse der Arbeiter und Angestellten genommen.

Als häufigste Erkrankung bei fehlerhafter Ergonomie zählen Rückenbeschwerden. Auf Muskel-Skelett Erkrankungen entfallen pro Jahr ca. 20-25% aller Arbeitsunfähigkeitstage.¹

Dies resultiert aus übermäßigen Belastungen durch Tragen, Heben, Ziehen oder Schieben von Lasten, Arbeiten in Zwangshaltung sowie Arbeiten mit hohem Kraftaufwand. Aber auch Erkrankungen durch Bewegungsmangel wie etwa Büroarbeiten.

Zur Vermeidung dieser Erkrankungen und um die Sicherheit am Arbeitsplatz zu erhöhen und zu verbessern muss die Arbeitsplatzgestaltung unter ergonomischen Gesichtspunkten besser geplant werden.

1.2 Arbeitsbedingte Muskel- und Skeletterkrankungen

- Sind Krankheiten des Muskelapparates oder des Skeletts, die sich erst über einen längeren Zeitraum entwickeln.
- Sind in der Regel nicht Folge einmaliger Anstrengungen.
- Werden verursacht durch Beugen, Greifen, Überanstrengen, zu häufige Wiederholungen, etc.
- Sind eine der häufigsten Ursachen von Arbeitsausfällen.

¹ vgl. Ergonomie: <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/index.jsp>, 07.11.2018

1.3 Zielsetzung/Nutzen

Der Mensch am Arbeitsplatz soll weder überfordert noch unterfordert werden. Es sollen die Aspekte für die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung erfüllt werden, um Kosten zu senken, Sicherheit zu schaffen, Qualität zu erhöhen und Taktzeit zu sparen.

Kosten:

- Geringere körperliche Belastung bedeutet höhere Produktivität und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter.
- Verringerung der Ausfalltage im Unternehmen aufgrund von krankheitsbedingter Arbeitsunfähigkeit.
- Sicherheitsgerechtes Verhalten sowie Eigenverantwortung der Mitarbeiter.

Sicherheit:

- Durch die ergonomische Planung des Arbeitsplatzes und der Prozesse kann die Entstehung arbeitsbedingter Muskel- und Skeletterkrankungen vorgebeugt werden.
- Ganzheitlichkeit der Tätigkeit durch Anforderungsvielfalt Job Enrichment, Job Enlargement oder Job-Rotation-System.

Qualität:

- Unter ergonomisch geeigneten Arbeitsverhältnissen können sich die Mitarbeiter besser auf die Qualität der Prozesse und Produkte konzentrieren.

Zeit:

- Senkung der Fehlzeiten durch Herstellung einer ergonomisch richtigen Arbeitsumgebung
- Geringere Taktzeiten

1.4 Methodisches Vorgehen

Durch die bekannten ergonomischen Bewertungsverfahren wird versucht die Arbeitsbelastung zu beurteilen und zu quantifizieren.

Es gibt dazu eine Vielzahl an Methoden und Verfahren die entwickelt wurden.

Die Bekanntesten sind:

- Leitmerkmalmethode (LMM)
- NIOSH-Methode (National Institute for Occupational Safety and Health)
- Snook-Ciriello-Methode
- RULA (Rapid Upper Limb Assessment)
- EAWS (Ergonomic Assessment Worksheet)
- KoBRA (Multiple-Lasten-Tool)

Für diese Diplomarbeit wurden die Methoden

- Leitmerkmalmethode (LMM)
- KoBRA und
- RULA

genauer betrachtet.

2. Grundlagen

2.1 Erklärung des Begriffes Ergonomie

Ergonomie bedeutet die optimale Anpassung der Arbeit an die Eigenschaften und Fähigkeiten des Arbeiters. Der Begriff setzt sich aus den griechischen Wörtern „ergon“ (Arbeit) und „nomos“ (Gesetz, Regel) zusammen. Die Ziele der Ergonomie sind die gesundheitlichen Belastungen der Arbeit so gering wie möglich zu halten, Humanität und Wirtschaftlichkeit.

Die Gestaltung von ergonomischen Arbeitsplätzen hängt von den Umgebungsvariablen wie Klima, Farbgebung, Lärm, Vibration, die Körpermaße des Arbeiters, physische und psychische Belastungen ab.²

2.2 Die Aufgabe der Ergonomie

Die Aufgabe der Ergonomie ist den Arbeitsplatz menschengerecht zu gestalten und gesundheitliche Auswirkungen zu erkennen und zu minimieren. Das heißt unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte und der menschlichen Bedürfnisse optimale Verhältnisse zu schaffen.

Die Anpassung der Arbeit an die Fähigkeiten des Menschen erfolgt durch Gestaltung von:

- Arbeitsplatz, z.B. Arbeitsraum
- Arbeitsmittel, z.B. Maschine, Werkzeug
- Arbeitsumgebung, z.B. Klima, Beleuchtung, Lärm, Gefahrstoffe
- Arbeitsorganisation, z.B. Arbeitsaufgabe, Arbeitsablauf
- Arbeitsergebnis, z.B. Erzeugnis, Werkstück, Software

und die Anpassung des Menschen an die Arbeit durch:

- Auswahl von Personen mit den Fähigkeiten und Eigenschaften entsprechend der Anforderung
- Ausbildung
- Gewöhnung, z. B. an die Klimaverhältnisse.³

² vgl. Ergonomie: <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/ergonomie/index.jsp>, 07.11.2018

³ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 6

Die Arbeitsplatzgestaltung fordert eine Systembetrachtung die von Faktoren ausgehen muss und den Schutz der Arbeiter vor Verletzungen und Erkrankungen sowie Erhaltung der Leistungsfähigkeit zum Ziel hat.

Aus dieser Systemanalyse gehen die Bedingungen der menschlichen Arbeit hervor und aus der Systemgestaltung die menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen.⁴

2.3 Anwendungsgebiete und Arbeitsplatzgestaltung

Ergonomie ermöglicht die optimale Anpassung des Arbeitsplatzes an den Mitarbeiter.

Ergonomie ist die Wissenschaft von der menschlichen Arbeit mit den drei Hauptzielen:

- Gestaltung eines beeinträchtigungsfreien und gesundheitlich unbedenklichen Arbeitsumfeldes
- Erhöhung von Qualität und Rentabilität
- Eingehen auf die Bedürfnisse des Beschäftigten

Anpassung der Arbeitsbedingungen an den Menschen und nicht umgekehrt

2.3.1 Produktionsumfeld

Wichtige Faktoren am Produktionsarbeitsplatz sind:

- Greifraum
- Greifposition
- Greifhöhe
- Körpergröße und Arbeitshöhe
- Bewegungsraum und Sicherheitsabstand
- Schutzeinrichtung
- Sehraum

2.3.1.1. Greifraum

Abhängig von der Größe der Gliedmaßen, Bewegungsmöglichkeiten und Körperhaltung eines Menschen variiert der Umfang eines Greifraumes. Die Beweglichkeit wird

⁴ vgl. Ergonomie und Arbeitssicherheit, B. Marti, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern ,1984, S10

durch verschiedenen Stellungen der Gelenke eingeschränkt. Häufig bewegte Teile wie Werkzeuge, Stellteile und Werkstücke sollten in Zone 1 oder 2 (siehe Abbildung 1) stattfinden.

Gestaltung des Arbeitsplatzes

- Arbeitende dürfen durch z.B. weites Reichen von Teilen nicht aus dem Gleichgewicht kommen
- Für genaue Bewegungen die kontrolliert werden müssen wird Zone 1 bevorzugt.
- Bei der Montage von Kleinteilen wird die Zone 3 bevorzugt⁵

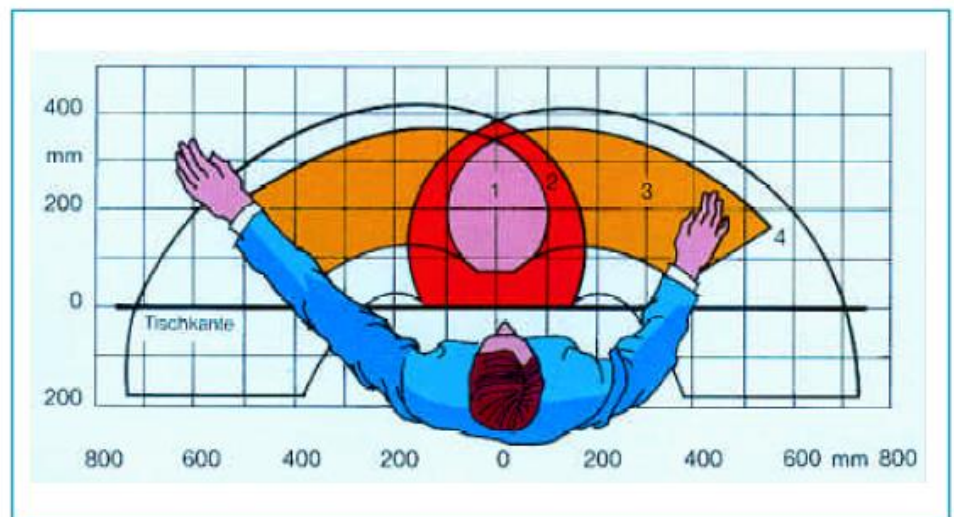


Abbildung 1: Maße des Greifraumes in normaler Arbeitshöhe⁶

Zone 1: Arbeitsraum

Beide Hände arbeiten nahe beieinander, Montageart, Ort für Aufnahmevorrichtung.

Zone 2: erweitertes Arbeitszentrum

Beide Hände erreichen alle Punkte dieser Zone.

Zone 3: Einhandzone

Zone zum Lagern von Teilen und Werkzeugen, die mit einer Hand oft gegriffen werden.

Zone 4: erweiterte Einhandzone

Äußerste, noch nutzbare Zone, beispielsweise für Greifbehälter.⁷

⁵ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 18

⁶ Abbildung 1: Quelle: Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 19

⁷ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 19

Der ergonomisch optimale Greifraum beim manuellen Be- und Entladen von Werkstücken ist kleiner als 30 cm vom Körper entfernt.

Weitere wichtige Daten für Greifraum:

- Optimale ergonomische Höhe
- Sicherer und ebener Boden
- Genügend Platz um sich in alle Richtungen zu bewegen

2.3.1.2. Greifpositon

Die ergonomisch beste Greifposition ergibt sich aus der Stellung der Be- und Entladevorrichtung (Transportgestell, Rollenbahn, Magazin usw.) zueinander.

2.3.1.3. Greifhöhe

Die ergonomisch optimale Höhe (für Mitarbeiter mit einer Größe von 1,85m) beim manuellen Be- und Entladen ist 105 cm vom Boden entfernt.

Weitere wichtige Daten für Greifhöhe:

- Ein sicherer, ebener Boden
- Genügend Platz, um sich zu bewegen
- Ausreichender Fußraum

2.3.1.4. Körpergröße und Arbeitshöhe

Ein Arbeitsplatz sollte für jede Person, unabhängig von der Körpergröße, geeignet sein. Wichtige Maße um einen Arbeitsplatz zu gestalten sind Arbeitshöhe, Greifraum, Sehraum und Beinfreiraum.

Die Körpergrößen werden in vier Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: kleinste Frau (nur 5 % sind kleiner)
- Gruppe 2: durchschnittliche Frau und kleinster Mann
- Gruppe 3: größte Frau und durchschnittlicher Mann
- Gruppe 4: größter Mann (nur 5 % sind größer)⁸

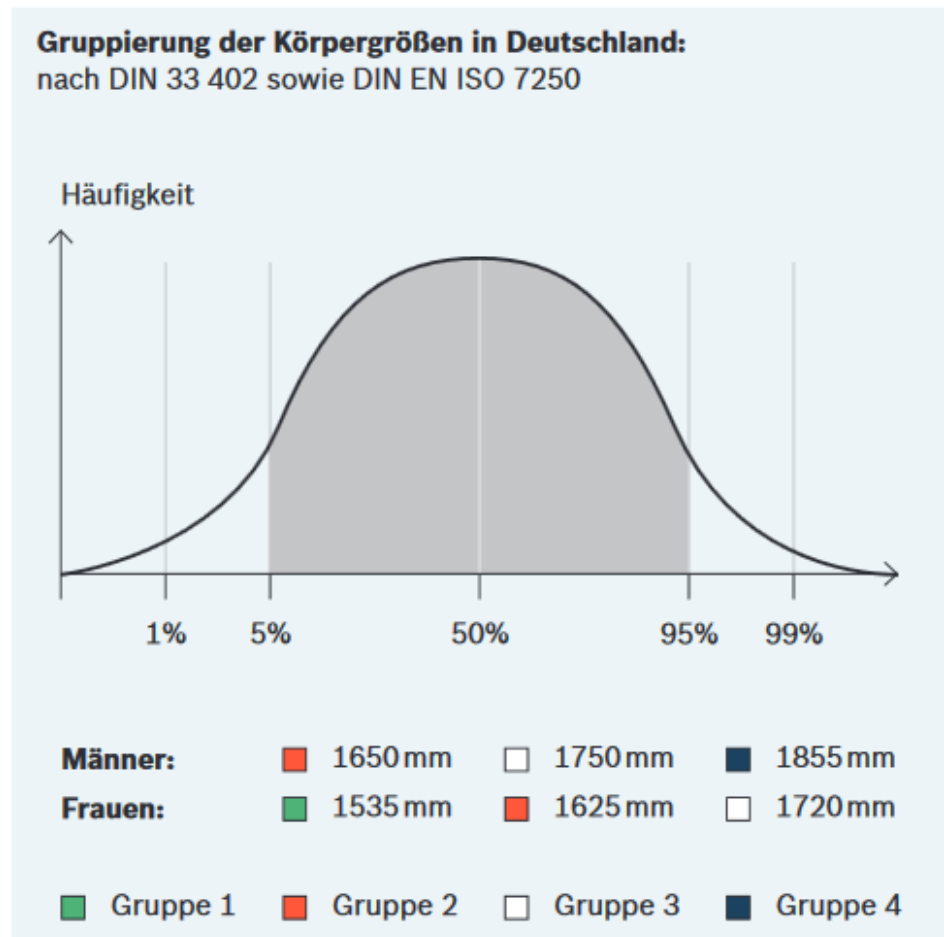


Abbildung 2: Gruppierung der Körpergrößen⁹

Ermittlung der optimalen Arbeitshöhe

Die Arbeitshöhe wird nach den Körpergrößen und die Art der Arbeit eingerichtet. Die optimale Arbeitshöhe beträgt durchschnittlich bei mittlerer Anforderung 112,5 cm für Sitz- und Steharbeitsplätze¹⁰

⁸ vgl. Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049-f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 4, 28.01.2019

⁹ Abbildung 2: Quelle: Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049-f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 4, 28.01.2019

¹⁰ vgl. Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049-f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 4, 28.01.2019

Arbeitsinhalt	Arbeitshöhen in mm			
	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Hohe Anforderungen an Visuelle Kontrolle Feinmotorik	1100	1200	1250	1350
Mittlere Anforderungen an Visuelle Kontrolle Feinmotorik	1000	1100	1150	1250
Geringe Anforderungen an Visuelle Kontrolle Hohe Anforderungen an Bewegungsfreiheit Arme	900	1000	1050	1150
Optimale Arbeitshöhe $\sigma = 1125$				

Abbildung 3: optimale Arbeitshöhe¹¹

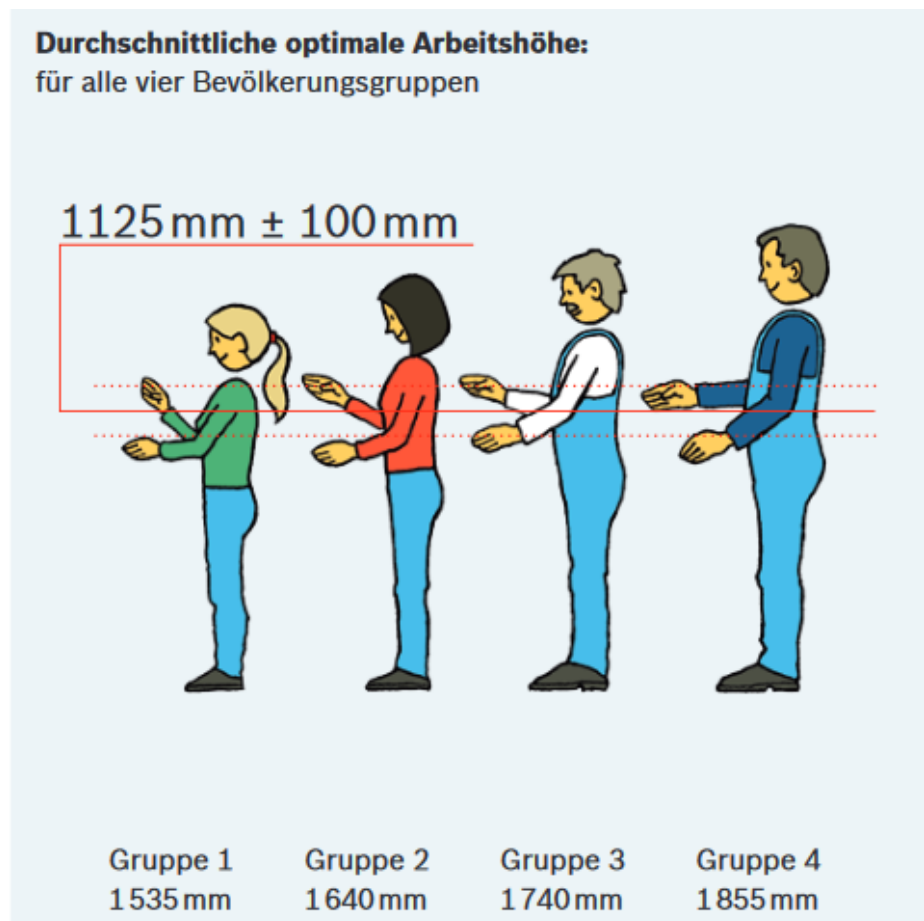


Abbildung 4: Durchschnittliche Arbeitshöhe¹²

¹¹ Abbildung 3: Quelle: Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 4, 28.01.2019

¹² Abbildung 4: Quelle: Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 4, 28.01.2019

2.3.1.5. Bewegungsraum und Sicherheitsabstand

Es sind die Arbeitsgeräte und Arbeitsmaschinen so zu gestalten, dass die Bedienung und Instandhaltung so einfach wie möglich durchzuführen sind.

Dazu muss auch ein ausreichender Bewegungsraum vorhanden sein um die Sicherheit gewährleisten zu können. Aber auch die Beinfreiheit unter dem Arbeitstisch, Förderband oder Arbeitsmaschinen gehören dazu.¹³

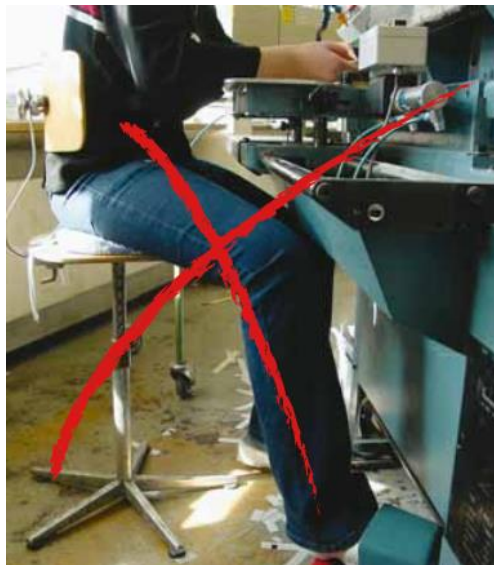


Abbildung 5: zu wenig Bewegungsraum für die Beine¹⁴

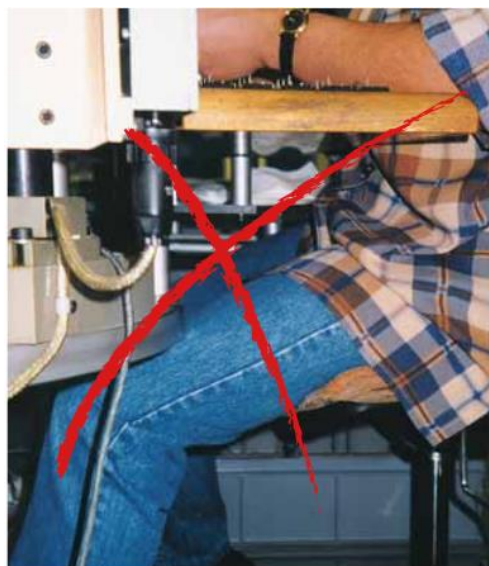


Abbildung 6: zu wenig Bewegungsraum für die Beine¹⁵

¹³ vgl. Ergonomie, Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen, http://www.sohf.ch/Themes/Ergo/44061_D.pdf, Seite 17, 28.01.2019

¹⁴ Abbildung 5: Quelle: Ergonomie, Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen, http://www.sohf.ch/Themes/Ergo/44061_D.pdf, Seite 17, 28.01.2019

Der optimale Bewegungsraum ist bei aufrechter Haltung und beim Sitzen ca. $>1,5 \text{ m}^2/\text{Person}$. Nebeneinander angeordnete Arbeitsplätze mit sitzender und stehender Körperhaltung müssen eine Breite von 120 cm aufweisen.

Sicherheitsabstand:

Die Sicherheitsabstände werden nicht durch Schutzeinrichtungen verändert. Werden Hilfsmitteln wie Kisten, Stühle oder Leitern verwendet ist der Sicherheitsabstand veränderbar.

2.3.1.6. Schutzeinrichtung

Es müssen Schutzvorrichtungen zur Sicherung der Personen vorhanden sein.

Gefahrenstellen sind:

- Quetschstellen, z. B. Spannvorrichtung
- Scherstellen, z. B. Stanzwerkzeug
- Schneid- und Stichstellen, z. B. Bleischere
- Stoßstellen, z. B. pendelnde Last
- Fangstellen, z. B. Bohrer
- Einzugs- und Auflaufstellen, z. B. Zahn- und Ketten-
triebe

Schutzeinrichtungen sind ausgeführt als:

1. Trennende Schutzeinrichtungen

- Verkleidungen
- Verdeckungen
- Umwehrungen
- Umzäunungen

2. Ortsbindende Schutzeinrichtungen

- Zweihandschaltungen
- Schaltplatten bzw. -matten mit Personenbindung
- Befehlseinrichtungen mit selbsttätiger Rückstellung

- Zustimmungsschaltseinrichtungen bei Mehrpersonenbetätigung

3. Abweisende Schutzeinrichtungen

- Handabweiser

4. Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion

- Lichtschranken
- Lichtvorhänge
- zwangsläufig wirkende Schaltleisten
- zwangsläufig wirkende Schaltleinen

An Gefahrenstellen muss ein Sicherheitsabstand eingehalten werden.¹⁶

2.3.1.7. Sehraum

Man unterscheidet zwei Sehbereiche

1. Das Gesichtsfeld

Objekte können ohne Bewegung des Kopfes oder der Augen scharf gesehen werden.

(roter Sehbereich) (siehe Abbildung 7)

2. Das Blickfeld

Objekte können mit bewegen der Augen, aber nicht durch bewegen des Kopfes, wahrgenommen werden.

(hellgrauer Sehbereich) (siehe Abbildung 7)

Im Stehen ist die Blickneigung 30° und im Sitzen 45°.

Festlegung von Montageplatz und Teilebereitstellung

Zu berücksichtigen beim Planen sind:

- Vermeiden von unnötige Augen- und Kopfbewegungen
- Planung mit identischer Sehentfernung ist von Vorteil, da ein neues Fokussieren nicht notwendig ist.
- Stellen die nicht einsehbar sind vermeiden¹⁷

¹⁶ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 20

¹⁷ vgl. Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 10, 28.01.2019

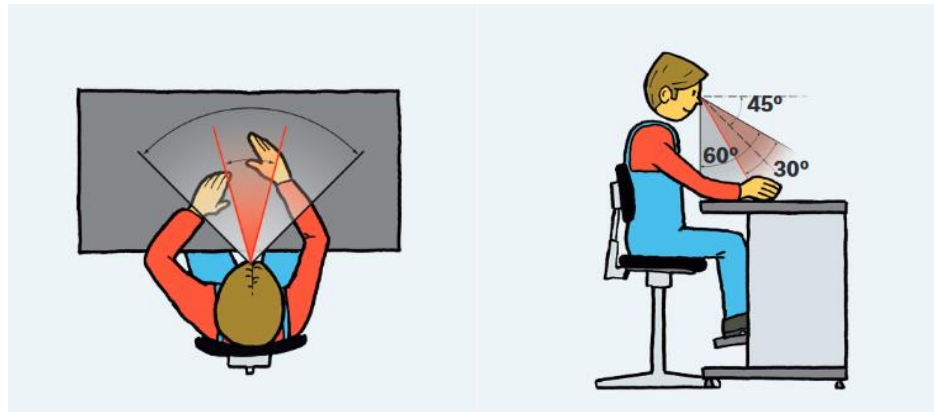


Abbildung 7: Blickbereich¹⁸

Abbildung 8: Blickbereich¹⁹

2.3.2 Weitere Anforderungen an die Gestaltung von Arbeitsplätzen in der Produktion

- In jedem Produktionsbereich sollte mindestens 10% der Arbeitsplätze Sitzarbeitsplätze sein.
- Für die Mitarbeiter muss ausreichend Kopffreiheit gegeben sein.
- Empfehlung: 40 cm Kopffreiheit für den größten Mitarbeiter oder Pauschal 2,40 m Höhe.
- Zur Entlastung der Mitarbeiter sollen Gehstrecken mit einer Länge von mehr als 1 m geplant sein, die nicht durch Bauteile oder Materialien blockiert sind.
- Die Anordnung von bewegungseinschränkenden Stützen / Vorrichtungen etc. soll vermieden werden (Stolpergefahr oder ungünstige Standbedingungen)

2.3.3 Büroumfeld

Gestaltung des Arbeitsbereiches im Büro. Wichtige Faktoren sind:

- Anordnung der Arbeitsmittel
- Sehabstand zum Bildschirm
- Einstellung des Tisches
- Sitzposition

¹⁸ Abbildung 7: Quelle: Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf , Seite 10, 28.01.2019

¹⁹ Abbildung 8: Quelle: Ergonomieratgeber, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf , Seite 10, 28.01.2019

2.3.3.1. Anordnung der Arbeitsmittel

Bildschirm, Tastatur und Schulterachse sollen parallel ausgerichtet sein. Um einseitige Belastungen zu vermeiden, wird der Bildschirm im optimalen Blickfeld aufgestellt. Die richtige Anordnung von Bildschirm, Tastatur und anderen Arbeitsmitteln wird von dem Arbeitsablauf und von den Bedürfnissen der Person bestimmt. Das Platzangebot muss gegeben sein um die richtige Anordnung festzulegen.²⁰

Die Greif- und Bewegungsräume müssen bei der Anordnung der Arbeitsmitteln berücksichtigt werden. Der Radius des Greifraumes sollte bei ca. 30 cm liegen um zu häufig genutzten Arbeitsmitteln gut zu gelangen.²¹

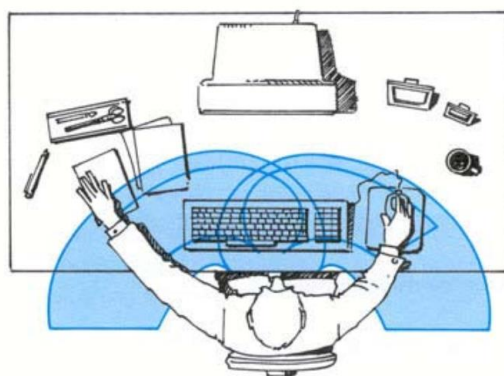


Abbildung 9: Anordnung Arbeitsmitteln²²

2.3.3.2. Sehabstand zum Bildschirm

Die entspannte Sehachse ergibt sich aus einer leichten Kopfneigung nach vorn und nach unten geneigtem Blick. Wird der Bildschirm zu hoch aufgestellt wie z.B. auf einem PC-Gehäuse kommt es zu einem ungünstigen Blickwinkel und zur Ermüdung der Augenmuskulatur. Der optimale Sehabstand liegt bei den meisten Menschen bei über 50 cm.²³

²⁰ vgl. Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz,
https://www.delta-v.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 8, 28.01.2019

²¹ vgl. Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz,
https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 10, 28.01.2019

²² Abbildung 9: Quelle: Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz,
https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 10, 28.01.2019

²³ vgl. Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz,
https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 09, 28.01.2019

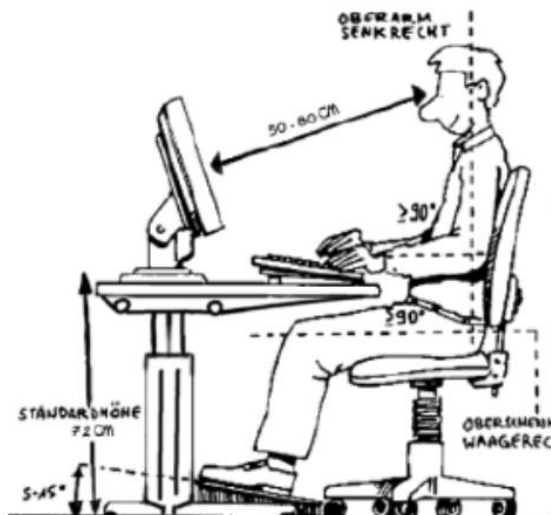


Abbildung 10: Sehabstand²⁴

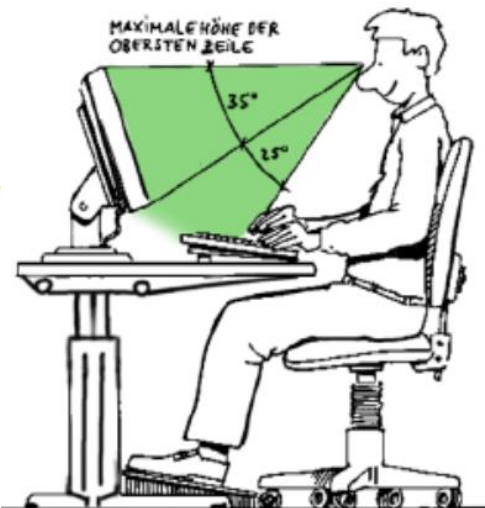


Abbildung 11: Sehachse²⁵

Bildschirmaufstellung:

- Der Monitor soll frontal vor dem Mitarbeiter stehen, leicht drehbar und neigbar sein und direkt auf dem Tisch stehen.
- Die erste Menüzeile soll ca. 5 bis 10° (oder 5 bis 7 cm) unterhalb der horizontalen Blicklinie liegen.
- Der Bildschirm soll frei von störenden Reflexionen und Blendungen sein, am besten ist eine „Parallel-zum-Fenster-Aufstellung“.

2.3.3.3. Einstellung des Arbeitstisches

- Arbeitstische oder Arbeitsflächen sollten groß genug sein, um alle Arbeitsmittel bequem darauf anordnen zu können (mindestens 160cm breit und 80cm tief)
- Der Platz unter dem Tisch muss frei sein um die Beine zu bewegen.
- Optimale Tischhöhe:
 - Die Tischhöhe wird nach der Ellbogenregel angepasst.
Ellbogenhöhe = Tischhöhe plus Tastaturhöhe

²⁴ Abbildung 10: Quelle: Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz, https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 09, 28.01.2019

²⁵ Abbildung 11: Quelle: Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz, https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 09, 28.01.2019

- Die Unterarme sollen bequem aufliegen und der Ellbogen einen Winkel von 90° aufweisen (ideale Höhe zwischen 68 und 76 cm).
- Ist der Tisch nicht höhenverstellbar muss der Stuhl verstellt werden und wenn benötigt eine Fußstütze verwendet werden, damit die Füße nicht in der Luft hängen.²⁶

2.3.3.4. Sitzposition

Eine Veränderung der Sitzhaltung entlastet die Bandscheiben. Wer die Sitzhaltung häufig wechselt, vermeidet statische Belastungen der Wirbelsäule und der Rückenmuskulatur.

Also zu vermeiden sind Tätigkeiten die ganztägig im Sitzen ausgeführt werden. Die Tätigkeiten sollten von sitzen ins gehen oder stehen wechseln.

Das nach vorne geneigte Sitzen wird zwar subjektiv als besonders bequem empfunden, belastet die Wirbelsäule aber am meisten.²⁷

Bürostuhl:

Büroarbeitsplätze müssen mit Drehsesseln ausgestattet sein. Die notwendige Abstützung des Körpers muss gegeben sein. Die Sitzfläche muss höhenverstellbar und die Lehnen Vertikal und Horizontal verstellbar sein. Auf gute Polsterung ist zu achten. Um ungünstige Druckverhältnisse am Oberschenkel und Kniekehle zu vermeiden. Drehsesseln müssen mit 4-5 Rollen ausgestattet sein.

Weitere wichtige Punkte sind:

- Die Sitzhöhe so wählen, dass bei Bodenkontakt der Füße der Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ca. 90 ° beträgt.

²⁶ vgl. Ergonomie Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen
<https://www.suva.ch/material/factsheets/arbeitsplatz%20einrichten>, 28.01.2019

²⁷ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 26

- Die Sitztiefe so wählen, dass zwischen Vorderkante des Sitzes und Kniekehle ein Freiraum von ca. 3 bis 4 cm verbleibt.
- Rückenlehne so einstellen, dass
 - Zwischen Oberkörper und Rumpf ein Winkel von 110° bis 120° entsteht.
 - Der Rücken gestützt wird.²⁸

Der Stuhl:

Arbeitsstühle müssen gegen Kippen gesichert sein. Das Standsicherheitsmaß ist der Abstand zwischen Drehachse des Stuhles und die Kippkante. Die Kippkante ist die Verbindungslinie zweier benachbarten Rollen oder Gleiter. Das Standsicherheitsmaß ist abhängig von der Sitzhöhe.²⁹

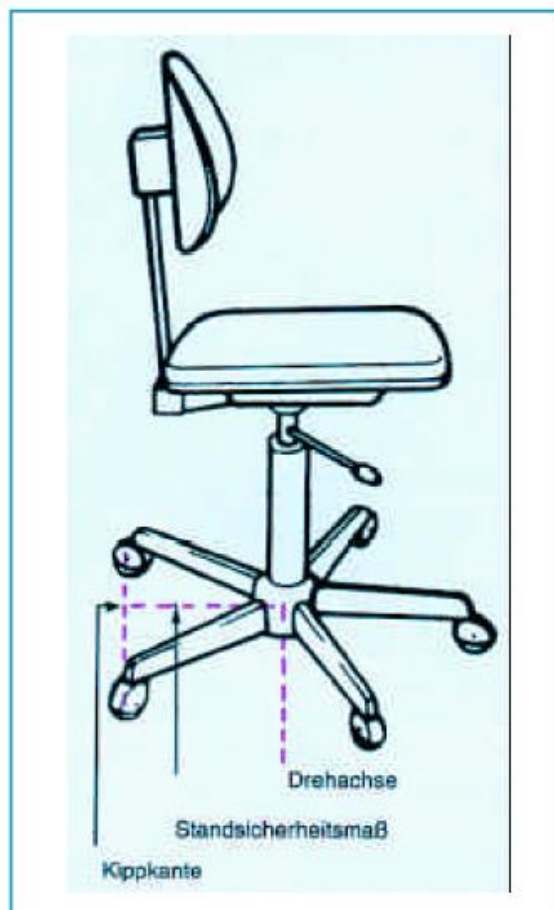


Abbildung 12: Arbeitsstuhl; Erläuterung des Standsicherheitsmaß³⁰

²⁸ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 27

²⁹ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 26

³⁰ Abbildung 12: Quelle: Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 26

2.4 Gestaltung eines beeinträchtigungsfreien und gesundheitlich unbedenklichen Arbeitsumfeldes

2.4.1 Umgebungseinflüsse

Die Arbeitsumgebung wird maßgeblich durch Lärm, Klima, Beleuchtung, Farbgebung und Aufgabenvielfalt geprägt.

Zusätzlich zu diesen Faktoren kann man auch die Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz dazuzählen. Sauberkeit und Ordnung tragen zur Sicherheit, Gesundheit, der Arbeitsqualität und Arbeitsleistung bei. Auch psychologische Faktoren spielen eine Rolle wie z.B. das Betriebsklima sowie die Betriebskultur.³¹

Fazit:

Der Mensch braucht

- der Arbeitsaufgabe angepasstes Klima und Licht
- Farbe als Ordnungsmittel, Warnmittel, Gefühlsmerkmal
- ordentliche, hygienische Verhältnisse
- gutes soziales Klima

um zufrieden und gesund seine Arbeit nachzugehen.

2.4.1.1. Lärm

Egal ob von Maschinen oder Kollegen – Lärm senkt die Effektivität.

Laut Arbeitsstättenverordnung soll am Bildschirmarbeitsplatz höchstens 55 dB. herrschen. Die Lautstärke wird in Dezibel dB. gemessen. Erhöht sich der Schallpegel um 10 dB. empfinden wir dies als Verdoppelung der Lautstärke.³²

³¹ vgl. Ergonomie Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen http://www.sohf.ch/Themes/Ergo/44061_D.pdf, Seite 24, 29.01.2019

³² vgl. Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz, https://www.deltav.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 17, 28.01.2019

Vorschriften zum Lärmschutz an Arbeitsplätzen:

- Ab einem Tageslärmpegel von **85dB** beziehungsweise einem Spitzenschalldruckpegel von **137dB** gilt:
 - Tragepflicht für Gehörschutz
 - Arbeitsmedizinische Vorsorge veranlassen
 - Kennzeichnung von Lärmbereichen (bei Überschreiten des Auslösewertes)
 - Aufstellung eines Lärmminierungsprogramms (bei Überschreiten des Auslösewertes)

2.4.1.2. Beleuchtung

Die Empfindlichkeit der Augen bzw. das Sehvermögen nimmt mit steigender Beleuchtungsstärke zu.

Zudem werden durch das Sehen

- Helligkeits- und Farbunterschieden (Kontraste)
- Formen
- Raum
- Bewegungen

wahrgenommen.

Die Beleuchtungsstärke von 0,2 Lux (lx) bis 100.000 lx wird vom menschlichen Auge wahrgenommen. Licht ist nicht nur für die Wahrnehmung zuständig. Es ist auch für die Lebensfunktionen des Körpers zuständig wie z.B. Verdauung, Atmung oder Hormonhaushalt.

Durch Erhöhung der Beleuchtungsstärke wird die Konzentration und Aufmerksamkeit gesteigert und die Unfallhäufigkeit gesenkt.³⁶

Die Beleuchtung muss auf den jeweiligen Arbeitsplatz und Tätigkeit abgestimmt sein. Damit das Fehlerrisiko vermindert und die Konzentrationsfähigkeit verbessert wird.

³⁶ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 42

Wichtige Faktoren sind:

- Starke Kontraste vermeiden
- Reflektion und Blendung vermeiden³⁷

Die Beleuchtungsstärke:

Wird in Lux (lx) gemessen und ist das Licht welches auf einer bestimmten Fläche auftrifft. Laut Arbeitsstättenverordnung muss die Beleuchtungsstärke:

- am Arbeitsplatz mindestens 100 lx betragen.
- für Bildschirmarbeit 300 bis 500 lx
- für Maschinenarbeit mindestens 300 lx³⁸

Weitere Faktoren die zu beachten sind:

- Für die Beschäftigten an Büroarbeitsplätzen sollte der Blickkontakt zum Fenster gegeben sein.
- Es sollten nur Lampen gleicher Lichtfarbe eingesetzt werden, um Mischlicht zu vermeiden.
- Flackern der Beleuchtung soll vermieden werden
- Gütemerkmale der Beleuchtung nach DIN EN 12464-1:
 - Lagerräume/Abstellräume: 50 lux
 - Verkehrswege: 100 lux
 - Bearbeitungsmaschinen: 300 lux
 - Montageanlagen: 500 lux
 - Prüfplätze: 750 lux

Die Anzahl und Abstände der Leuchten ist ausschlaggebend für die richtige Beleuchtungsstärke. Die Beleuchtungsstärke soll an keinem Arbeitsplatz oder Raum kleiner als 60% der erforderlichen Stärke haben, damit die Unterschiede der Beleuchtungsstärken nicht zu groß sind.³⁹

³⁷ vgl. Ergonomieratgeber für Manuelle Produktionssysteme, https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049-f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf, Seite 11, 28.01.2019

³⁸ vgl. Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138>, Seite 19, 29.01.2019

³⁹ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 44

2.4.1.3. Farbgebung

Die richtige Farbgebung steigert die Motivation und es werden Objekte besser unterschieden. Dies ist für das Auge und den Organismus gut. Die Leistungsbereitschaft wird gesteigert und die Ermüdung verringert. Durch Sicherheits- und Ordnungsfarben können Unfallgefahren verringert werden. Fehlbedienungen werden vermieden durch richtige Kennzeichnung bzw. Farb- und Formzeichen.⁴⁰


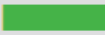
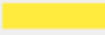






Urfarben	Raum	Temperatur	Stimmung
	Entfernung	kalt	beruhigend
	Entfernung	sehr kalt bis neutral	sehr beruhigend
	Nähe	sehr warm	anregend
	Nähe	warm	aufreizend, beunruhigend
Mischfarben			
	sehr nahe	sehr warm	sehr anregend
	sehr nahe, einengend	warm	anregend
	sehr nahe	kalt	aggressiv, beunruhigend, entmutigend
unbunte Farben			
	leer	neutral	anregend
	voll	neutral	beunruhigend

Abbildung 14: Farbgebung⁴¹

Wichtige Bedienteile wie Griffe oder Hebel sollen mit einer grellen Farbe gestaltet werden. Der größte Kontrast besteht zwischen Gelb und Schwarz. Arbeitsplätze sollen immer mit hellen Farben gestaltet werden. Herrschen monotone Arbeiten sollte man einige anregende Farben nur auf kleinen Flächen anwenden.⁴²

⁴⁰ vgl. Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt
<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138>, Seite 20, 29.01.2019

⁴¹ Abbildung 14: Quelle: Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt
<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138> Seite 21, 29.01.2019

⁴² vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 50

Durch die Unfallverhütungsvorschriften sind Warn- und Sicherheitsfarben geregelt:

rot = Halt, Verbot

gelb = Vorsicht! Mögliche Gefahr

grün = Gefahrlosigkeit

blau = Hinweis, Gebot

Die Kennzeichen sind so zu gestalten, dass

- sie nicht übersehen werden
- sie die Aufmerksamkeit auf sich lenken
- sie mit anderen Zeichen nicht verwechselt werden können
- der Sachverhalt eindeutig und leicht verständlich sind

Die Größe ist abhängig von der Entfernung, aus der die Zeichen sicher erkannt werden müssen.⁴³

2.4.1.4. Klima

Ist die Wahrnehmung des Wärmeaustausches mit seiner Umgebung. Durch folgende Klimafaktoren wird diese Wahrnehmung beeinflusst:

- Temperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchtigkeit
- Wärmestrahlung

sowie durch

- körperliche Aktivität
- Bekleidung

In einem zu warmen Raum wird man schneller müde ist nicht so konzentriert. Es kommt häufiger zu Fehlleistungen.⁴⁴

⁴³ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 54

⁴⁴ vgl. Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt
<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138> Seite 23

Gesetzliche Bestimmungen:

Zu beachten sind auch die Oberflächentemperaturen von Wand, Decke, Fußboden und Fenstern. Diese sollten nicht mehr als 3°C bis 5°C von der Lufttemperatur abweichen.

körperliche Belastung	Temperatur	Luftgeschwindigkeit	Luftfeuchtigkeit
Gering	19°-25 °C	max. 0,1 m/s	40 - 70 % *)
Normal	18°-24 °C	max. 0,2 m/s	40 - 70 % *)
Stark	mind. 12 °C	max. 0,35 m/s	40 - 70 % *)

Abbildung 15: Gesetzliche Bestimmungen Temperatur⁴⁵

Hitzearbeit:

Zu starke Hitze und Luftfeuchtigkeit belasten den Organismus stark vor allem, wenn noch eine körperliche Anstrengung dazukommt.

Maßnahmen:

Hitzeschutzschirme, Schutzgläser, Drahtgewebe, Kettenvorhänge, Anlagenkapselungen, Persönliche Schutzausrüstung;

Kältearbeit:

Durch kalte Temperaturen wird die Beweglichkeit, Geschicklichkeit und Sensibilität vermindert.

Maßnahmen:

Heizungen mit Wärmestrahlern, zugluftfreie Lüftungssysteme; Aufwärmepausen, warme Getränke anbieten; persönliche Schutzausrüstung, vorgewärmte Kleidung und Stiefel zum Wechseln.⁴⁶

In den Sommermonaten ist darauf zu achten, dass eine Sonnenschutzvorrichtung außen angebracht wird. Damit wird die Hitze bereits außen absorbiert. Aber auch Pflanzen verbessern

⁴⁵ Abbildung 15: Quelle: Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt, <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138> Seite 23

⁴⁶ vgl. Ergonomie Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt, <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138> Seite 22-25

das Klima durch Verbesserung der Raumluftheuchtigkeit deutlich. Außerdem filtern Pflanzen Schadstoffe der Luft.⁴⁷

2.4.2 Falsche Bewegungen und Körperhaltungen, die gesundheitliche Gefährdungen hervorrufen

2.4.2.1. Beanspruchung der Handgelenke bei

- Herausholen von Einzelteilen aus Behältern
- Benutzung von falschem Werkzeug
- Einbau von Teilen
- Schreiben an Tastaturen

Verbesserungsmöglichkeiten:

- Elektrische Maschinen nutzen
- Werkzeuge mit Pistolengriff für vertikale Tätigkeiten verwenden, lineare Werkzeuge für horizontale Arbeit
- Verwendung von Vorrichtungen zum Spannen
- Tastatur in der richtigen Höhe und im richtigen Winkel verwenden

2.4.2.2. Beanspruchung der Ellbogen bei

- Manueller Bearbeitung von Schrauben oder Halterungen
- Benutzung von falschem Werkzeug
- Manuellem Öffnen von Ventilen

Verbesserungsmöglichkeit:

- Nutzung von elektrischen Werkzeugen, zum Beispiel zum Öffnen von Ventilen oder zum Schraubendrehen
- Nutzung von Werkzeugen mit Pistolengriff für vertikale Arbeit, gerade Werkzeuge für horizontale Arbeit

⁴⁷ vgl. Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz, https://www.delta-v.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf, Seite 20-23, 29.01.2019

2.4.2.3. Auf unterschiedlicher Ebene arbeiten bei

- Zu hoher Lagerung der Materialien
- Zu hoher/ niedriger Arbeitshöhe
- Sitzender Computertätigkeit
- Zu hoher/ niedriger Platzierung von Schaltern, Hebeln oder Knöpfen
- Lagern von Teilen zu weit entfernt vom Arbeitsplatz

Verbesserungsmöglichkeit:

- Dinge unterhalb vom Schulterniveau lagern
- Höhenverstellbare Tische und Arbeitsflächen
- Höhenverstellbare Stühle und Hocker mit Fußauflage für kleinere Angestellte
- Schalter, Hebel und Knöpfe auf Ellbogenhöhe platzieren
- Behälter im Halbkreis um den Arbeitsplatz anordnen

2.4.2.4. Beanspruchung des Kopfes bei

- Arbeiten am Mikroskop oder an einem Bildschirm
- den Nacken beugen
- Lesen von Messgeräten oder Displays
- Montagearbeiten

Verbesserungsmöglichkeit:

- Höhenverstellbare Tische beim Arbeiten von Mikroskopen oder Monitoren
- Verwendung von guter Beleuchtung, Manipulatoren
Angemessene Höhe und Größe von Displays und Tastenfeldern
- Beachtung der Höhe und des Winkels der Arbeitsfläche

2.4.2.5. Beanspruchung des Rückens bei

- Aufheben von Teilen vom Boden
- Herausnehmen von Teilen aus Boxen/ Kisten
- Greifen in Lagerkisten

Verbesserungsmöglichkeit:

- Boxen auf den Tisch stellen, um in einer angenehmen Arbeitsposition zu sein
- Erhöhen und Schrägstellen von Tischen, um den Rücken zu entlasten

2.4.2.6. Drehung des Rückens und Nacken bei

- Schlechter Platzierung von Werkzeugen
- Greifen um den Körper
- Aufnehmen von Teilen aus Kisten neben dem Arbeitsplatz
- Weitem Strecken zum Erreichen von Teilen

Verbesserungsmöglichkeit:

- Individualisierter Arbeitsplatz mit richtiger Platzierung der Werkzeuge, (z.B. wird ein Werkzeug, das mit der rechten Hand genutzt wird, rechts gelagert)
- Die Reichweite von Teilen zum Arbeiten reduzieren

2.4.2.7. Greifen nach weit entfernten Dingen bei

- Lehn über den Arbeitsplatz, um Werkzeuge zu erreichen
- Fehlender Bein-/ Fußfreiheit
- Platzieren von Boxen auf Paletten zu weit entfernt vom Arbeitsplatz

Verbesserungsmöglichkeit:

- Vermindern der Reichweite zum Fassen von Komponenten oder Werkstoffen
- Installieren von Ablageflächen in Reichweite
- Schaffen von Bein-/ Fußfreiheit

2.4.2.8. Vibrationsquellen

- Vibrationen von Arbeitsgeräten
- Vibrationen von großen Maschinen
- Federnden Teilen

Verbesserungsmöglichkeit:

- Vibrationsabsorbierende Griffe, Handschuhe mit eingebautem Vibrationsdämpfer
- Trennen von vibrierenden Maschinen und Arbeitsplätzen, Auslegen von Anti-Vibrationsmatten zwischen Maschinen und Arbeitsplätze
- Isolieren von Federn auf separaten Tischen

3. Arbeitsplatz- Anlagengestaltung unter Berücksichtigung der Ergonomie

3.1 Zu berücksichtigende Aspekte für ergonomische Arbeitsplatzgestaltung

Bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen im Produktions- und Büroumfeld ist grundsätzlich darauf zu achten, dass der Mitarbeiter:

- möglichst aufrecht steht
- durch Lastgewichte nicht überlastet wird
- die Last körpernah aufnimmt oder trägt
- die Werkzeuge/ Hilfsmittel in Reichweite vorfindet
- Teile mit einer günstigen Greifgeometrie (Griffsicherheit) aufnehmen kann
- einen sicheren und ebenen Standplatz mit ausreichender Bewegungsfreiheit hat
- keiner Verletzungsgefahr durch Quetschstellen oder scharfkantige Oberflächen ausgesetzt ist

3.1.1 Beispiel einer Ergonomischen Station

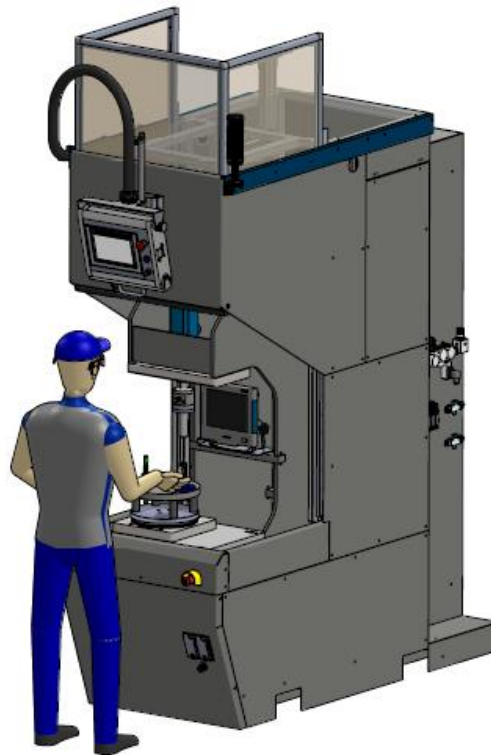


Abbildung 16: Beispiel einer Ergonomischen Station⁴⁸

Das ist eine Darstellung, wie ein ergonomischer Arbeitsplatz bzw. eine Arbeitsstation aussehen kann. Diese Arbeitsstation ist nur eine von 20 Arbeitsstationen in einer gesamten Montagelinie. Diese Arbeitsstation wird manuell beladen und automatisch entladen.

Es sind überall sichere und ebene Böden vorhanden. Der Greifraum beim manuellen Be- und Entladen von Werkstück beträgt 30 cm vom Körper. Auch der Platz in alle Richtungen um sich bewegen zu können ist gegeben. Die Greifposition wird möglichst klein gehalten. Die Greifhöhe beträgt 99 cm inklusive dem Werkzeug, welches eine Höhe von 5,6 cm hat, sind dies 105 cm. Auch der Fußraum ist mit 17,2 cm gegeben. Das Bedienpanel ist verstellbar um eine gerade Körperhaltung trotz verschiedene Körpergrößen zu gewährleisten. Der optimale Bereich von 150 cm für die Anzeige wurde auch berücksichtigt.

⁴⁸ Abbildung 16: Quelle: Ergonomie Standardstation von M&R

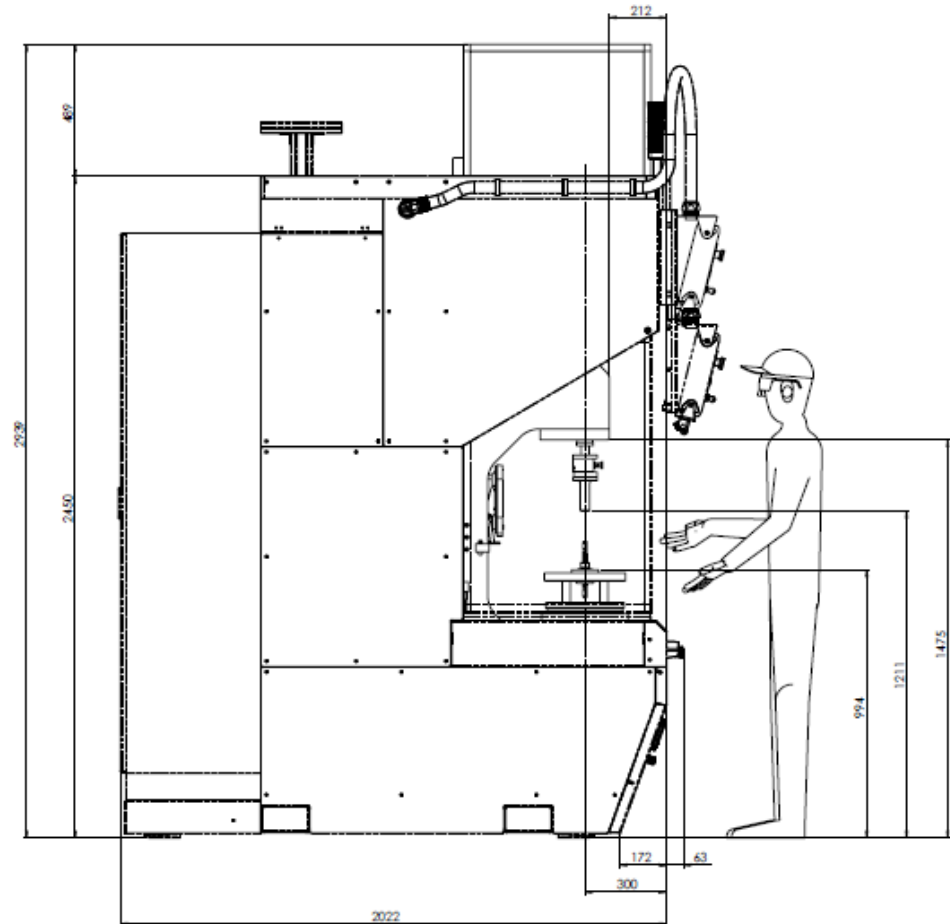


Abbildung 17: Maße der Station⁴⁹

3.2 Gestaltung Ergonomie gerechter Maschinen

Das wichtigste Ziel beim Konstruieren Ergonomie gerechter Produkte ist die Anpassung der Eigenschaften der Menschen mit der technischen Umwelt.

Sind diese grundlegenden Anforderungen gegeben, können andere Maßnahmen gesetzt werden um die Zufriedenheit am und mit dem Arbeitsplatz der arbeitenden Menschen zu garantieren, die dann letztendlich zur Wirtschaftlichkeit im Sinne einer humanen Produktivität führen.⁵⁰

⁴⁹ Abbildung 16: Quelle: Ergonomie Standardstation von M&R

⁵⁰ vgl. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim

3.2.1 Ergonomische Prinzipien

- Anpassung der unterschiedlichen Körpermaße, der Körperkraft und die Ausdauer des Bedienpersonals
- Bewegungsfreiraum schaffen
- Vermeidung eines von der Maschine vorgegebenen Arbeitsrhythmus
- Arbeiten die dauernde Aufmerksamkeit erfordern vermeiden
- Anpassung der Eigenschaften des Bedienpersonals an die Maschine

Für die Umsetzung dieser Grundsätze sind Typ B-Normen und Typ C-Normen aufgenommen worden.

Diese Normen umfassen folgende Wissensgebiete:

- Gestaltung nach ergonomischen Kriterien
- Körperhaltungen und Körperkräfte
- Anzeigen und Stellteile
- heiße und kalte Oberflächen
- akustische und visuelle Signale⁵¹

Und sind in drei Ebenen gegliedert:

- Typ A-Normen: Sicherheitsgrundnormen
- Typ B-Normen: Sicherheitsfachgrundnormen
- Typ C-Normen: Maschinensicherheitsnormen

Typ A-Normen:

Sicherheitsgrundnormen. Sie regeln z. B. grundlegende Festlegungen, Verfahren und Gestaltung sicherheits- und Ergonomie gerechter Maschinen.

Typ B-Normen:

Sicherheitsfachgrundnormen. Sie richten sich an Hersteller von Maschinen. Sie regeln Sicherheitsaspekte, wie z.B. Sicherheitsabstände für Schutzeinrichtungen und die Ausführung von Sicherheitskomponenten, z. B. von Not-Halt-Einrichtungen.

⁵¹ vgl. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim

Typ C-Normen:

Maschinensicherheitsnormen. Sie treffen Festlegungen zu Gefährdungen einer Maschinenart oder -gruppe.

3.2.2 Randbedingungen

Die Ergonomie bezogene Konstruktion richtet sich hauptsächlich auf den Bereich wo der Mensch mit der Maschine interagiert. Die Auslegung ergonomisch gestalteter Maschinen bedeutet ihre räumliche, bewegungsbezogene und sicherheitsgerechte Gestaltung.

Ziel ist es die arbeitenden Personen durch Anpassung der Maschinen vor körperlichen Schäden zu schützen und die Arbeitsproduktivität zu unterstützen.

3.2.3 Langzeitwirkung ergonomischer Mängel

Sind Maschinen oder Arbeitsplätze nicht ergonomisch und menschnegerecht gestaltet können diese Gesundheitsschäden verursachen.⁵²

Es gibt drei Arten:

1. Arbeitsunfälle
2. Berufskrankheiten und
3. arbeitsbedingte Erkrankungen.

3.2.4 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

Das Bedienpersonal muss Körperkräfte aufbringen um z.B. Bedienelemente zu betätigen oder Werkstücke zu bewegen, sie müssen an bestimmte Stellen gelangen oder sich festhalten und auch Informationen aufnehmen und verarbeiten.

Der Mensch wird verschiedenen Belastungen ausgesetzt:

- körperlichen Belastungen (Muskeln, Kreislauf, Skelett),
 - psychischen Belastungen (geistigen, seelischen, nervlichen)
- und

⁵² vgl. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim

- Umgebungs-Belastungen (Strahlung, Schwingung, Lärm, Wärme, Klima, Gefahrstoffe)

Die Folgen sind Schmerzen, erhöhter Puls, Änderung der Empfindsamkeit der Sinnesorgane.

Die Beanspruchung ist abhängig von:

- Höhe der Belastung
- Dauer der Belastung
- Eigenschaften und Fähigkeiten des Menschen
- Übungs- und Trainingszustand
- momentane Verfassung
- Leistungsbereitschaft⁵³

Die Parameter der Maschine müssen mit den Parametern der Menschen angepasst werden.

Drei Besonderheiten sind zu berücksichtigen:

1. die Parameter sind von Person zu Person unterschiedlich. Es ist zielführend keine festen Werte, sondern Wertebereich anzugeben.
2. Auch die Reaktion auf äußere Einwirkungen ist von Person zu Person unterschiedlich
3. Die Unterschiede der Eigenschaften und Reaktionen zwischen den verschiedenen Personen führt bei gleicher Arbeitsbedingung zu Unterschiedlichen Beanspruchungen.⁵⁴

⁵³ vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 10

⁵⁴ vgl. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim, Seite 554

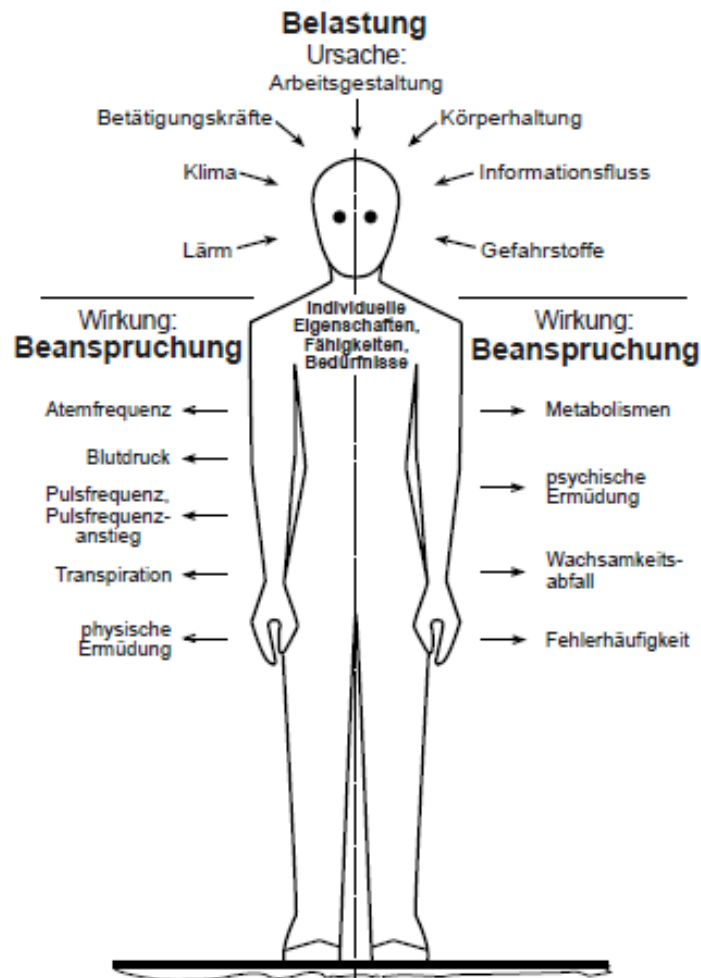


Abbildung 18: Belastungs-Beanspruchungs-Konzept⁵⁵

3.2.5 Zwangshaltungen

Ungünstige ergonomische Arbeitsbereiche werden oftmals durch unnatürliche Körperhaltung kompensiert. Dadurch wird eine Zwangshaltung eingenommen. Diese sind ungünstige Körperhaltungen (z. B. seitlich verdrehter Oberkörper, gebeugtes Sitzen oder Stehen, Bücken, Knien, Hocken, Überkopfarbeit), die Muskelbeanspruchungen und zu Gelenkstellungen führen, die Beschwerden nach sich ziehen.

Die Muskelbeanspruchung verschlechtert die Blutzirkulation und unterbricht die Energieversorgung der Muskeln. Das dazu führt das das Personal schnell müde wird.⁵⁶

⁵⁵ Abbildung 18: Quelle: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim, Seite 554

⁵⁶ vgl. Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim, Seite 515







Körperhaltung		Sitzen		Stehen				
		gebeugtes Sitzen	aufrechtes Sitzen	aufrechtes Stehen	gebeugtes Stehen	gebücktes Stehen	Hocken	
1		Nr.	2	3	4	5	6	7
Abbildung		1						
Belastung der	Muskeln durch statische (Halte-)arbeit	2	Starke Belastung der Rücken- und Nackenmuskulatur.	Belastung der Hals- und Rumpfmuskulatur durch statische Muskel-Arbeit zur Fixierung des Skeletts, einschließlich der Bein- und Fußmuskulatur.		starke Belastung der Nacken-, Rücken-, Oberschenkel- und Fußmuskulatur,		einschließlich der Wadenmuskulatur.
	Bandscheiben	3	Ungleichmäßig hohe Belastung der Bandscheiben bis zum dreifachen Wert des aufrechten Sitzens.	Gleichmäßige Belastung der Bandscheiben		Ungleichmäßige, hohe Belastung der Bandscheiben bis zum Dreifachen Wert des aufrechten Stehens.		
Beanspruchungen		4	Hautdurchblutung des Gesäßes ist gedrosselt. Atmung und Verdauung sind durch Kompression der Bauchhöhle behindert.		Erhöhte Blutstauung in den Beinen, besonders bei Zwangshaltungen, d. h. bei fehlenden Bewegungsmöglichkeiten.		Durchblutung ist an den Körperknickstellen gedrosselt. Atmung und Verdauung sind durch Kompression der Bauchhöhle behindert.	
Anwendung		5	Diese Körperhaltung ist durch verbesserte räumliche Gestaltung des Arbeitsplatzes zu vermeiden.		Für visuell anspruchsvolle und feinmotorische Arbeiten gut geeignet. Ermüdungsreiche Körperhaltungen durch Wechsel zwischen normalem Sitzen und Stehen möglich.		Großer Arbeitsbereich und Greifraum, große Kräfte (evtl. mit Körperunterstützung) ausführbar. Nur für kurz andauernde Tätigkeiten vertretbar.	

Abbildung 19: Gegenüberstellung verschiedener Körperhaltungen⁵⁷

3.3 Arbeitsabläufe ergonomisch gestalten

Konzepte der ergonomischen Arbeitsabläufe:

- Job-Enlargement,
- Job-Enrichment,
- Job-Rotation

Weitere Faktoren für die Gestaltung von Arbeitsabläufen:

- Anforderungswechsel (Mechanisierungslücken vermeiden)
- Arbeitsaufteilung und –Zuteilung (Zwangstaktung und Zeitdruck vermeiden)
- Soziale Beziehung (Schichtübergabe, Informationsaustausch)
- Arbeitszeit (ausreichend Erholungszeit berücksichtigen)⁵⁸

Ergonomisches Hauptziel muss immer eine Ganzheitlichkeit der Tätigkeit durch Anforderungsvielfalt (inhaltliche und belastungstechnische) in allen Arbeitsplätzen sein.

⁵⁷ Abbildung 19: Quelle: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 7. Auflage, Alfred Neudörfer, Springer Vieweg, Bensheim Seite 515
⁵⁸ vgl. Ergonomie am Arbeitsplatz, <https://www.weka.de/arbeitschutz-gefahrstoffe/arbeitsplaetze-und-arbeitsablaeufe-ergonomisch-gestalten/>, 29.01.2019

3.3.1 Job-Rotation

Auf Deutsch „der Arbeitswechsel“ gehört zu der Arbeitsorganisation. Mitarbeiter wechseln im bestimmten Rhythmus den Arbeitsplatz um somit Abwechslung bei den Arbeitsaufgaben zu haben. Der Mitarbeiter wird mit verschiedenen Funktionsbereichen vertraut. Um Arbeitsmonotonie und einseitige Belastungen zu vermeiden, sowie eine psychische und physische Vielfalt der Arbeitsprozesse sicherzustellen, muss ein konsequentes Job-Rotation-System eingeführt werden.

Vorteile:

- Erwerben von Qualifikationen
- Mitarbeiter sind flexibler einsetzbar
- Steigerung der Produktivität und Motivation⁵⁹

Nachteile:

- Manche wollen den Arbeitsplatz nicht wechseln und sind dann überfordert.
- Größerer zeitlicher Aufwand beim Schulen

3.3.2 Job-Enrichment

Job Enrichment gehört wie Job Rotation zur Arbeitsorganisation. Der Arbeitgeber erweitert die Arbeitsaufgaben. Der Mitarbeiter hat die Möglichkeit durch diese höherwertigen Aufgaben sich zu beweisen und mehr Verantwortung zu übernehmen. Dies wird auch als vertikale Umstrukturierung bezeichnet. Ziel ist es die Arbeitsmotivation zu steigern und Monotonie zu vermeiden. Nachteil könnte die mögliche Überforderung des Mitarbeiters sein. Vorteil ist die gesteigerte Arbeitszufriedenheit.⁶⁰

⁵⁹ vgl. Betriebswirtschaft-Lernen, <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobrotation/>, 29.01.2019

⁶⁰ vgl. Betriebswirtschaft-Lernen, <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobenrichment/>, 29.01.2019

3.3.3 Job-Enlargement:

Auch Job Enlargement zählt zu der Arbeitsstrukturierung. Ziel ist es so wie bei Job Rotation und Job Enrichment die Mitarbeiter zu fördern. Der Mitarbeiter erhält mehr Aufgaben aber mit der gleichen Anforderung. Der Tätigkeitsbereich wird größer aber das Arbeitsniveau und die Verantwortung bleiben gleich. Dies wird als horizontale Arbeitserweiterung bezeichnet. Ziel ist es die Leistung zu steigern. Damit wird Leistungsabfall und Monotonie vermieden.⁶¹

4. Methoden

4.1 Bewertung der menschlichen Arbeit

Zur Beurteilung werden vier Bewertungsebenen verwendet um sicherzustellen das eine Arbeit menschengerecht ist.

1. Ausführbarkeit
2. Erträglichkeit
3. Zumutbarkeit
4. Zufriedenheit

Die Erste Ebene muss positiv bewertet werden um die nächsten Ebenen bewerten zu können.

4.1.1 Ausführbarkeit

Ist die Ausführung der Arbeit überhaupt möglich?

- Sind Körpermaße berücksichtigt? Teile erreichbar?
- Sind die Körperkräfte ausreichend?

Zur Bewertung werden Normen herangezogen für z.B. Körpermaße und Körperkräfte.

4.1.2 Erträglichkeit

Ist die Arbeit bei täglicher Wiederholung ohne Gesundheitsschädigung durchführbar z.B.

⁶¹ vgl. Betriebswirtschaft-Lernen, <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobenlargement/>, 29.01.2019

- Belastung durch Lärm, Wärme usw.

Ist die körperliche Belastung zu ertragen?

4.1.3 Zumutbarkeit

Wird die Arbeit als zumutbar empfunden? Der Mensch darf nicht überfordert werden.

4.1.4 Zufriedenheit

Sind die Betroffenen mit der Arbeit zufrieden?

Für die Gestaltung menschlicher Arbeit ergeben sich folgende Forderungen.

- Arbeit muss ausführbar und erträglich sein,
- Arbeit sollte zumutbar und zufriedenstellend sein.⁶²

4.2 Leitmerkmalmethode

Die Leitmerkmalmethode ermöglicht die optimale Erfassung der auftretenden Belastung von Arbeitsprozessen.

- Die Leitmerkmalmethode (LMM) ist ein Verfahren zur Beurteilung der physischen Arbeitsbelastung
- Sie wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) entwickelt. Sie basiert auf dem Arbeitsschutzgesetz und auf der Lastenhandhabungsverordnung.
- Die Leitmerkmalmethode unterscheidet zwischen folgenden Tätigkeitsarten:
 - Heben, Halten und Tragen von Lasten
 - Ziehen und Schieben von Lasten

Die Leitmerkmalmethode beschreibt Tätigkeitsmerkmale die einen Einfluss auf die körperliche Beanspruchung haben z.B.:

- Zeitdauer, Häufigkeit
- Lastgewicht
- Körperhaltung
- Ausführungsbedingung⁶³

⁶² vgl. Mensch und Arbeitsplatz, Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften, BGI 523, Seite 10

Es sind 3 Schritte zur Beurteilung notwendig:

1. Bestimmung Zeitgewichtung
2. Bestimmung der Wichtung der Leitmerkmale
3. Bewertung

4.2.1 Vorgehensweise

Für jede der drei genannten Methoden werden alle Merkmale einzeln in Stufen von Minimum bis Maximum abgebildet. Teiltätigkeiten innerhalb einer Gesamttätigkeit mit deutlich unterschiedlichen Lasthandhabungen sind getrennt einzuschätzen und zu dokumentieren.

Anhand der Zeitwichtung und der Leitmerkmale wird eine Punktsomme (der Risikowert) ermittelt, die ein Maß der Belastung darstellt. Mit Hilfe der Punktsomme erfolgen die Zuordnung zu Risikostufen sowie die Ableitung von Gestaltungserfordernissen.

4.2.2 Beurteilung von Heben, Halten und Tragen

1. Bestimmung der Zeitwichtung (Zeitdauer/Häufigkeit)
2. Erfassung und Dokumentation der Leitmerkmale
 - a) Lastgewicht
 - b) Körperhaltung
 - c) Ausführungsbedingungen
3. Bewertung: Einschätzung dieser Leitmerkmale, Berechnung und Beurteilung des Risikowertes und Feststellung des entsprechenden Handlungsbedarfs

4.2.2.1. Bestimmung Zeitwichtung

Es gibt drei Lastenhandhabungen:

- Heben
- Halten
- Tragen⁶⁴

⁶³ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 7, 0.01.2019

⁶⁴ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 8, 30.01.2019

Heben: Bei regelmäßigen Hebe-, Absenk- oder Umsetzvorgängen ist die Anzahl bestimmend für die Zeitwichtung.

Halten: Für Tätigkeiten, die durch Halten einer Last gekennzeichnet sind, wird die Gesamtdauer des Haltens zugrunde gelegt.

Gesamtdauer = Anzahl der Haltevorgänge x Dauer für einen einzelnen Haltevorgang

Tragen: Beim Tragen einer Last wird der gesamte Weg zugrunde gelegt.

Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)		Halten (> 5 s)		Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeit- wichtung	Gesamtdauer am Arbeitstag	Zeit- wichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeit- wichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1 km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 bis < 16 km	8
$= 1000$	10	≥ 4 Stunden	10	$= 16$ km	10
Beispiele: • Setzen von Mauersteinen, • Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, • Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen		Beispiele: • Halten und Führen eines Gussrohrlings bei der Bearbeitung an einem Schleifbock, • Halten einer Handschleifmaschine, • Führen einer Motorsense		Beispiele: • Möbeltransport, • Tragen von Gerüstteilen vom Lkw zum Aufstellort	

Abbildung 20: Schritt 1 : Bestimmung der Zeitwichtung Heben, Halten, Tragen⁶⁵

4.2.2.2. Erfassung der Leitmerkmale

a. Lastgewicht:

- Die Bestimmung der Lastwichtung erfolgt für Männer und Frauen getrennt.
- Werden unterschiedliche Lasten gehandhabt kann ein Mittelwert gebildet werden. Außer die Last ist bei Männern größer 40kg und bei Frauen größer 25kg.
- Die wirksame Last ist zugrunde zu legen (die Gewichtskraft, die der Beschäftigte tatsächlich ausgleichen muss, ist nicht immer gleich das Gewicht des Gegenstandes)⁶⁶

⁶⁵ Abbildung 20: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

⁶⁶ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.
<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 8, 0.01.2019

Wirksame Last ¹⁾ für Männer	Lastwichtung	Wirksame Last ¹⁾ für Frauen	Lastwichtung
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 bis < 20 kg	2	5 bis < 10 kg	2
20 bis < 30 kg	4	10 bis < 15 kg	4
30 bis < 40 kg	7	15 bis < 25 kg	7
= 40 kg	25	= 25 kg	25

1) Mit der "wirksamen Last" ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausgleichen muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Sackkarre nur 10 % der Lastmasse.

Abbildung 21: Lastwichtung⁶⁷

b. Körperhaltung:

- Mithilfe der Piktogramme in der Tabelle kann die Körperhaltungswichtung bestimmt werden. Es sind die charakteristischen Körperhaltungen beim Handhaben von Lasten zu verwenden.
- Falls während der Tätigkeit unterschiedliche Körperhaltungen eingenommen werden müssen, so kann ein Mittelwert gebildet werden.⁶⁸





Charakteristische Körperhaltungen und Lastposition ²⁾	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	<ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last am Körper 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers • Last am Körper oder körpernah 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • tiefes Beugen oder weites Vorneigen • geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körperfern oder über Schulterhöhe 	4
	<ul style="list-style-type: none"> • weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körperfern • eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen • Hocken oder Knien 	8

Abbildung 22: Körperhaltung⁶⁹

⁶⁷ Abbildung 21: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

⁶⁸ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 9, 30.01.2019

⁶⁹ Abbildung 22: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

c. Ausführungsbedingungen

- Es sind die zeitlichen Ausführungsbedingungen zu verwenden. Unbequemlichkeit ohne sicherheitstechnische Bedeutung ist nicht zu berücksichtigen.
- Sicherheitsrelevante Merkmale sind im Textfeld „Überprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen“ zu dokumentieren.

Ausführungsbedingungen	Ausf.-wichtung
Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen	0
Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m ² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)	1
Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)	2

Abbildung 23: Ausführungsbedingung⁷⁰

4.2.2.3. Bewertung

Bewertet wird mit einem Punktwert. Dieser resultiert aus Addition der Wichtung der Leitmerkmale und Multiplikation mit der Zeitwichtung.

Die Grundlage der Bewertung ist die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Schädigung aufgrund der internen Belastung der Lendenwirbelsäule. Steigende Belastungsdauer und -Häufigkeit, Seitneigung und/oder Verdrehung des Oberkörpers erhöhen die Belastung.⁷¹

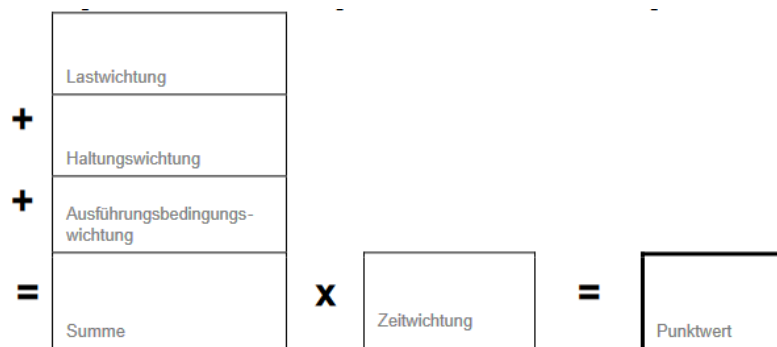


Abbildung 24: Bewertung⁷²

⁷⁰ Abbildung 23: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

⁷¹ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 09, 30.01.2019

⁷² Abbildung 24: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

Anhand dieser Tabelle und des Punktwertes kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.

Risikobereich	Punktwert	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen ⁴⁾ möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. ⁵⁾
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. ⁵⁾

Abbildung 25: Risikobewertung⁷³

Mit steigenden Punktwerten steigt die Belastung des Muskel-Skelett Systems.

Vermindert belastbare Personen: sind Mitarbeiter, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt. Die neu im Beruf oder Krankheitsbedingt leistungsgemindert sind.⁷⁴

- Arbeiten mit Werten **kleiner als 25** gelten als praktisch sicher für alle Beschäftigte ohne Körperliche Einschränkungen
- Bei Werten **zwischen 25 und 50** ist die Risikoabschätzung unter Berücksichtigung der individuellen Belastbarkeit des Beschäftigten vorzunehmen (Bereich stellt eine körperliche Überbelastung dar)
- Werte **oberhalb von 50** gelten als stark risikobehaftet und sind grundsätzlich zu vermeiden.

Zur Bestimmung der Wichtungen ist grundsätzlich die Interpolation von Zwischenstufen erlaubt. Dazu existieren Interpolationstabellen zu dieser Methode samt graphischer Darstellung (siehe Anhang).

⁷³ Abbildung 25: Quelle: Checkliste Hebe und Tragen von Lasten Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv9checklist.pdf, 29.01.2019

⁷⁴ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 09, 30.01.2019

4.2.2.4. Maßnahmen und Kontrolle

- Bei jeder Überschreitung des Punktwertes von 25 werden Schutzmaßnahmen festgelegt und schriftlich dokumentiert
- Folgende Maßnahmen können sinnvoll sein:
 - **Hohe Zeitwichtung:** Organisatorische Regelungen (Verringerung des Arbeitspensums, Job-Rotation)
 - **Hohe Lastwichtung:** Reduzierung der Lastgewichte (z. B. Leergewichte der Behälter), Einsatz einer Hebehilfe
 - **Hohe Haltungswichtung:** Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung, z. B. durch Hub-/Neigetisch⁷⁵
- Im Allgemeinen sind bei der Gestaltung der Arbeitsprozesse Hebevorgänge gegenüber Tragewegen vorzuziehen.
- Bei der Einsatzplanung auf Alter und Geschlecht achten
- Erholungspausen miteinplanen⁷⁶

1.1.1 Beispiel Pakete palettieren

Am Packplatz werden Pakete mit 14 kg vom Tisch auf die Palette umgesetzt. Pro Schicht werden 180 Umsetzungsvorgänge gemacht. Tiefes Beugen bzw. Vorneigen beim Absetzen. Schlechte Greifbedingungen.

⁷⁵ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 09, 30.01.2019

⁷⁶ vgl. Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.

<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 15,17, 30.01.2019

1. Art der Lastenhandhabung

Heben oder Umsetzen (< 5 s) Halten (> 5 s) Tragen (> 5 m)

2. Zeitwichtung

< 10 * 10 * bis < 40 * 40 * bis < 200 * 200 * bis < 500 * 500 * bis < 1000 * ≥ 1000 * Interpolation

1 Punkt 2 Punkte 4 Punkte 6 Punkte 8 Punkte 10 Punkte

3. Geschlecht

männlich weiblich

4. Lastwichtung

< 5 kg 1 Punkt 6,0 12,0 24,0 36,0 48,0 60,0

5 kg bis < 10 kg 2 Punkte 7,0 14,0 28,0 42,0 56,0 70,0

10 kg bis < 15 kg 4 Punkte 9,0 18,0 36,0 54,0 72,0 90,0

15 kg bis < 25 kg 7 Punkte 12,0 24,0 48,0 72,0 96,0 120,0

≥ 25 kg 25 Punkte 30,0 60,0 120,0 180,0 240,0 300,0

Interpolation

5. Haltungswichtung

aufrecht leicht geneigt/leicht verdreht stark geneigt stark geneigt und verdreht

1 Punkt 2 Punkte 4 Punkte 8 Punkte

6. Ausführungsbedingungen

gut eingeschränkt stark eingeschränkt Interpolation

0 Punkte 1 Punkt 2 Punkte

Bewertung:

Wesentlich erhöhte Belastung (Risiko 3)
Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt.

Zeit × (Last + Haltung + Ausführungsbed.) = Punktwert

4 × (4 + 4 + 1) = **36**


 zurück Farbskala Neustart

Abbildung 26: Beispiel Pakete palettieren⁷⁷

Farbskala für die Leitmerkmalmethode			
Punktwert	Risikogruppe	Körperliche Überbeanspruchung	Gestaltungsmaßnahmen
< 10	1 Geringe Belastung	unwahrscheinlich	nicht erforderlich
10 bis < 25	2 Erhöhte Belastung	für vermindert belastbare Personen möglich	für vermindert belastbare Personen sinnvoll
25 bis < 50	3 Wesentlich erhöhte Belastung	auch für normal belastbare Personen möglich	angezeigt
≥ 50	4 Hohe Belastung	wahrscheinlich	erforderlich

Abbildung 27: Farbskala Risikobeurteilung⁷⁸

⁷⁷ Abbildung 26: Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben. <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 10, 30.01.2019

⁷⁸ Abbildung 27: Quelle: eigene Darstellung

4.2.3 Beurteilung von Ziehen und Schieben

1. Bestimmung der Zeitwichtung (Zeitdauer/Häufigkeit)
2. Erfassung und Dokumentation der Leitmerkmale:
 - a) Zu bewegendes Gewicht
 - b) Positioniergenauigkeit/ Bewegungsgeschwindigkeit
 - c) Körperhaltung
 - d) Ausführungsbedingungen
3. Bewertung: Einschätzung dieser Leitmerkmale, Berechnung und Beurteilung des Risikowertes und Feststellung des entsprechenden Handlungsbedarfs

4.2.3.1. Bestimmung Zeitwichtung

Ermittelt werden:

- Zeitdauer
- Arbeitsablauf
- Häufigkeit
- Weglängen

Die Bestimmung der Zeitwichtung beim Ziehen und Schieben erfolgt getrennt für kurze und lange Distanzen:

- **Kurze Distanzen** (<5 m): Beim Ziehen/Schieben über kurze Distanzen (maximal ca. 5m) mit häufigem Anhalten bildet die Häufigkeit die Grundlage der Wichtung.
- **Lange Distanzen** (>5 m): Beim Ziehen/Schieben über längere Distanzen wird der Gesamtweg zugrunde gelegt.

Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	300 m bis < 1km	2
40 bis < 200	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	4 bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	8 bis < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 16 km	10
Beispiele: Bedienen von Manipulatoren, Bestücken von Maschinen, Essenverteilung im Krankenhaus,		Beispiele: Müllabfuhr, Möbeltransport in Gebäuden auf Rollern, Aus- und Umladen von Containern,	

Abbildung 28: Zeitwichtung für Lange und Kurze Distanzn⁷⁹

⁷⁹ Abbildung 28: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

4.2.3.2. Leitmerkmale

a) Das zu bewegende Gewicht

- Die Bestimmung erfolgt unter Berücksichtigung der zu bewegendenden Masse (Fördermittel und Ladung) sowie der Art des Transportes. Grundsätzlich werden zwischen **Rollen** und **Gleiten** ohne Hilfsmittel unterschieden
- Werden unterschiedliche Lasten gehandhabt kann ein Mittelwert gebildet werden.













Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	Flurförderzeug, Hilfsmittel				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen mit Bockrollen	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend	 	 	 	  	
< 50 kg	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
50 bis < 100 kg	1	1	1	1	1
100 bis < 200 kg	1,5	2	2	1,5	2
200 bis < 300 kg	2	4	3	2	4
300 bis < 400 kg	3		4	3	
400 bis < 600 kg	4		5	4	
600 bis < 1000 kg	5			5	
≥ 1000 kg					
Gleitend	 		Graue Bereiche: Kritisch, da die Kontrolle der Bewegung von Flurförderzeug /Last stark von der Geschicklichkeit und Körperkraft abhängt. Schraffierte Bereiche: Grundsätzlich zu vermeiden, da die erforderlichen Aktionskräfte leicht die maximalen Körperkräfte übersteigen können.		
< 10 kg	1				
10 bis < 25 kg	2				
25 bis < 50 kg	4				
> 50 kg					

Abbildung 29: zu bewegende Gewichte⁸⁰

b.) Positioniergenauigkeit und Bewegungsgeschwindigkeit

- Die Bewegungsgeschwindigkeit „schnell“ entspricht dem normalen Gehen. Wenn deutlich schnellere Bewegungen vorliegen, kann dies um eine 4 bzw. 8 erweitert werden.⁸¹

⁸⁰ Abbildung 29: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

⁸¹ vgl. Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben, <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf>. Seite 4, 30.01.2019

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam ($< 0,8$ m/s)	schnell ($0,8$ bis $1,3$ m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	1	2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	2	4

Abbildung 30: Positioniergenauigkeit⁸²

c.) Körperhaltung

- Es sind die für die Teiltätigkeit charakteristischen Körperhaltungen beim Handhaben der Lasten zu verwenden. Werden während der Tätigkeit unterschiedliche Körperhaltungen eingenommen, sollte zuerst eine Bewertung der schlechtesten Körperhaltung vorgenommen werden.
- Bei Kombinationen unterschiedlicher Körperhaltungen können Mittelwerte der Wichtungen gebildet werden.

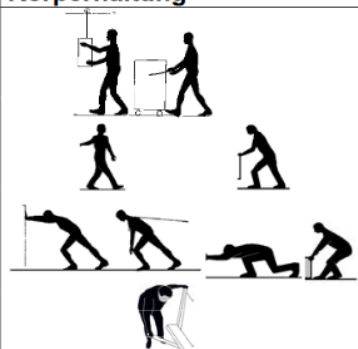
Körperhaltung ¹⁾		
	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung Hocken, Knien, Bücken	4
	Kombination von Bücken und Verdrehen	8

Abbildung 31: Körperhaltung⁸³

d.) Ausführungsbedingungen

- Zur Beurteilung der Ausführungsbedingungen sind die zeitlich überwiegenden Bedingungen zu verwenden. Gelegentlich auftretende Unbequemlichkeit ohne sicherheitstechnische Bedeutung ist nicht zu berücksichtigen.
- Die interne Belastung des Muskel-Skelett-Systems hängt entscheidend vom Gewicht des zu bewegenden

⁸² Abbildung 30: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

⁸³ Abbildung 31: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

Gegenstandes, der Beschleunigung und den Fahrwiderständen ab.⁸⁴

Ausführungsbedingungen	
Gut: → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager	0
Eingeschränkt: → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2 ° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen	2
Schwierig: → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigungen 2 bis 5 °, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren „losgerissen“ werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig,	4
Kompliziert: → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5 °, → Kombinationen der Merkmale von „Eingeschränkt“ und „Schwierig“	8

Abbildung 32: Ausführungsbedingungen⁸⁵

4.2.3.3. Bewertung

Der Punktwert ergibt sich aus der Addition der Wichtung der Leitmerkmale und die Multiplikation mit der zweiten Wichtung.

Bei **Frauen** wird der Risikowert mit dem Faktor **1,3** multipliziert (im Durchschnitt besitzen Frauen etwa 2/3 der physischen Leistungsfähigkeit von Männern).

Die Grundlage der Bewertung ist die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Schädigung aufgrund der internen Belastung des Muskel-Skelett-Systems.⁸⁶

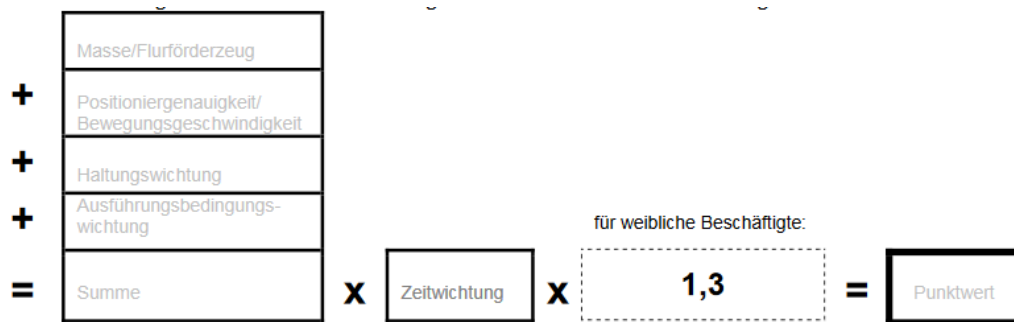


Abbildung 33: Bewertung⁸⁷

⁸⁴ vgl. Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben, <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf>. Seite 5, 30.01.2019

⁸⁵ Abbildung 32: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

⁸⁶ vgl. Leitmerkmalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben, <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf>. Seite 5, 30.01.2019

⁸⁷ Abbildung 33: Quelle: Checkliste Ziehen und Schieben, Landesamt für Arbeitsschutz, Verbraucherschutz und Gesundheit Brandenburg, https://lavg.brandenburg.de/media_fast/4055/lv29checklist.pdf, 30.01.2019

4.2.3.4. Maßnahmen und Kontrolle

Folgende Maßnahmen können angewendet werden:

- **Hohe Lastwichtung:** Reduzierung der Lastgewichte oder Verbesserung des Flurförderzeugs
- **Hohe Positioniergenauigkeit:** Verwendung von Radführung und Anschlagpuffern
- **Hohe Haltungswichtung:** Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung, z. B. durch Hub-/ Neigetisch
- **Hohe Zeitwichtung:** Organisatorische Regelungen (Verringerung des Arbeitspensums, Job-Rotation)⁸⁸

4.2.4 Beispiel Rollbehälter verladen

Ein LKW wird beladen. Der Rollbehälter hat ein Gewicht von 40 kg und 190 kg.

Die Rollen sind zu klein und verklemmen häufig. Rollbehälter sind nicht Kippsicher. Die Körperkraft um dies zu bewegen ist sehr groß. Die Wahrscheinlichkeit eine Handverletzung davon zutragen ist sehr hoch. Die Wege sind nicht frei von Hindernissen, zu wenig breit und schlecht beleuchtet.

1. Art des Ziehens oder Schiebens

gleitend rollend ohne Hilfsmittel rollend mit Karren rollend mit Wagen ohne Bockrollen rollend mit Wagen mit Bockrollen mit Manipulatoren

2. Einzeldistanz

kurz (Einzelweg bis 5 m) lang (Einzelweg über 5 m)
oder häufiges Anhalten

3. Zeitwichtung

	≤ 10 s	10 s bis < 40 s	40 s bis < 200 s	200 s bis < 500 s	500 s bis < 1000 s	≥ 1000 s	Interpolation
1 Punkt	8,5	17,0	34,0	51,0	68,0	85,0	
2 Punkte	9,0	18,0	36,0	54,0	72,0	90,0	
3 Punkte	10,0	20,0	40,0	60,0	80,0	100,0	
4 Punkte	11,0	22,0	44,0	66,0	88,0	110,0	
5 Punkte	12,0	24,0	48,0	72,0	96,0	120,0	
	13,0	26,0	52,0	78,0	104,0	130,0	

4. Lastwichtung

	≤ 50 kg	50 kg bis < 100 kg	100 kg bis < 200 kg	200 kg bis < 300 kg	300 kg bis < 400 kg	400 kg bis < 600 kg	600 kg bis < 1000 kg	≥ 1000 kg	Interpolation
0,5 Punkte									
1 Punkt									
2 Punkte									
3 Punkte									
4 Punkte									
5 Punkte									

5. Positioniergenauigkeit

gering hoch Interpolation

1 Punkt 2 Punkte

Abbildung 34: Beispiel Rollbehälter verladen Teil1⁸⁹

⁸⁸ vgl. Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben, <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf>. Seite 5, 30.01.2019

⁸⁹ Abbildung 34: Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben. <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 14, 30.01.2019

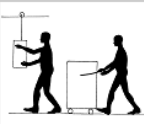
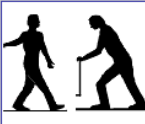
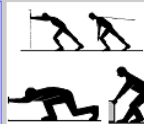
6. Bewegungsgeschwindigkeit	langsam ($< 0,8 \text{ m/s}$) 1 Punkt	schnell ($0,8 \text{ bis } 1,3 \text{ m/s}$) 2 Punkte	Interpolation
7. Haltungswichtung	 aufrecht 1 Punkt	 leicht geneigt/leicht verdreht 2 Punkte	 stark geneigt 4 Punkte
8. Ausführungsbedingungen	gut 0 Punkte	eingeschränkt 2 Punkte	schwierig 4 Punkte
9. Geschlecht	männlich ≈ 1	weiblich $\approx 1,3$	kompliziert 8 Punkte
Bewertung: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #ffff00;"> Wesentlich erhöhte Belastung (Risiko 3) Körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. </div> <div style="margin-top: 10px;"> $\text{Zeit} \times (\text{Last} + (\text{Pos.} \approx \text{Bew.}) + \text{Haltung} + \text{Ausführungsbed.}) \times \text{Geschlecht} = \text{Punktwert}$ $4 \times (2 + (1 \approx 2) + 2 + 4) \times 1 = \mathbf{40}$ </div>			

Abbildung 35: Beispiel Rollbehälter verladen Teil2⁹⁰

4.2.5 Beurteilung von manuellen Arbeitsprozessen

1. Bestimmung der Zeitwichtung (Zeitdauer/Häufigkeit)
2. Erfassung und Dokumentation der Leitmerkmale
 - a) Art der Kraftausübung
 - b) Kraftübertragung / Greifbedingungen
 - c) Hand- /Armstellung und -bewegung
 - d) Arbeitsorganisation
 - e) Ausführungsbedingungen
 - f) Körperhaltung
3. Bewertung: Berechnung und Beurteilung des Risikowertes, Feststellung des entsprechenden Handlungsbedarfs

4.2.5.1. Anwendungsgebiete

- Die Leitmerkmalmethode für manuelle Arbeitsprozesse dient zur Beurteilung von Tätigkeiten mit Belastung des Finger-Hand-Arm-Bereichs bei der Bearbeitung von Arbeitsgegenständen.
- Merkmale sind häufige Wiederholungen gleicher oder ähnlicher Handgriffe und Anforderungen an die Geschicklichkeit und das Erkennen von kleinen Details.

⁹⁰ Abbildung 35: Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben, Auflage 6, Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen, Schieben.
<https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>, Seite 14, 30.01.2019

- Die Leitmerkmalmethode für manuelle Arbeitsprozesse ist nicht geeignet für die Beurteilung folgender Tätigkeiten:
 - Manuelle Lastenhandhabung (Transport von Lasten mit Gewichten über 5 kg)
 - hohen Anforderungen durch Ganzkörperarbeit und hohen Aktionskraftaufwendungen
 - mit langanhaltenden erzwungenen Körperhaltungen

4.2.5.2. Bestimmung der Zeitwichtung

Die Erfassung der Dauer/Häufigkeit erfolgt durch die Analyse von mehreren Arbeitszyklen. Es ist die Dauer der zu beurteilenden Tätigkeit ohne die Rüstzeiten, Verteilzeiten und andere Arbeiten zu berücksichtigen.⁹¹

Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

Abbildung 36: Zeitwichtung⁹²

4.2.5.3. Leitmerkmale

a) Art der Kraftausübung

- Die Analyse erfolgt getrennt für die linke und rechte Hand anhand der Kraftausübung (Zeilen) und der Häufigkeit/Dauer (Spalten) in der Tabelle. Als die Wichtung ist der höhere der beiden Werte zu verwenden.⁹³

⁹¹ vgl. Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 3, 30.01.2019

⁹² Abbildung 36: Quelle: Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 3, 30.01.2019

⁹³ vgl. Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 3, 30.01.2019

Art der Kraftausübung(en) im Finger- Handbereich	
Höhe	Beschreibung, typische Beispiele
	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen
	Geringe Kräfte z.B. Materialführung / Einlegen
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Tackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust
<p>Der Arbeitszyklus ist zu beobachten und die Wichtungen für die Kraftkategorien zu markieren. Addiert (linke und rechte Hand getrennt) ergeben diese die Kraftwichtung. Für die Errechnung der Gesamtpunktzahl ist der höhere Wert zu verwenden.</p>	

Abbildung 37: Kraftausübung⁹⁴

Halten				Bewegen					
mittl. Haltedauer [Sek. pro Minute]				mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Wichtung									
2	1	0,5	0	0	0,5	1	2	3	
3	1,5	1	0	0	1	1,5	3	5	
5	2	1	0	0,5	1	2	5	8	
8	4	2	0,5	1	2	4	8	13	
12	6	3	1	1	3	6	12	21	
19	9	4	1	2	4	9	19	33	
-	-	-	1	1	3	6	12	21	
Wichtungen der Kraftausübung:					Linke Hand:		Rechte Hand:		
					6		5,5		

Abbildung 38: Wichtung der Kraftausübung⁹⁵

⁹⁴ Abbildung 37: Quelle: Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 3, 30.01.2019

⁹⁵ Abbildung 38: Quelle: Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 3, 30.01.2019

b) Kraftübertragung / Greifbedingungen





- Die Wichtung erfolgt anhand der Merkmale in der Tabelle. Die Einstufung ist ihrer Wirkung auf die erhöhter Finger- und Handschlusskräfte.
- Wird ohne Griffe ist die Kraftübertragung auf den Materialkörper zu bewerten.

Kraftübertragung / Greifbedingungen	Wichtung
Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe, Tasten, Werkzeuge)	0
Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4

Abbildung 39: Kraftübertragung / Greifbedingungen⁹⁶

c) Hand- / Armstellung und -bewegung

- Bei der Wichtung der Hand-/ Armstellung und -Bewegung anhand der Merkmale sind das Bewegungsausmaß und die Häufigkeit zu berücksichtigen.
- Im mittleren Beweglichkeitsbereich und aktiven Bewegung bis zum „Anschlag“ sind unkritisch.

Hand-/Armstellung und -bewegung ^{*)}	Wichtung
 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	1
 Ungünstig: Häufige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
 Schlecht: Ständige Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3

^{*)} Es sind die typischen Stellungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

Abbildung 40: Hand- /Armstellung und -Bewegung⁹⁷

d) Arbeitsorganisation

- Die Beurteilung ist entsprechend ihrer Wirkung auf die physische Belastung vorzunehmen, insbesondere hinsichtlich der Einseitigkeit und der fehlenden Erholungsmöglichkeiten.
- Im Vordergrund steht hierbei die Frage, ob Belastungswechsel, z. B. durch andere Tätigkeiten oder

⁹⁶ Abbildung 39: Quelle: Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 4, 30.01.2019

⁹⁷ Abbildung 40: Quelle: Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 4, 30.01.2019

durch lange Zykluszeiten mit unterschiedlichen Anforderungen vorkommen und ob belastete Körperregionen sich wieder erholen können.⁹⁸

Arbeitsorganisation	Wichtung
Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<i>In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen.</i>	

Abbildung 41: Arbeitsorganisation⁹⁹

d) Ausführungsbedingungen:

- Die Einstufung ist entsprechend der Wirkung auf die physische Belastung vorzunehmen, besonders wenn die Arbeitsausführung behindert wird und es zu einer erhöhten Anspannung kommt.
- Sicherheitstechnische Mängel die für die physische Belastung ohne Bedeutung sind sollten hier nicht berücksichtigt werden.

Ausführungsbedingungen	Wichtung
Gut: sichere Detailerkennbarkeit/ keine Blendung / gute klimatische Bedingungen	0
Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörungen durch Geräusche	1
<i>In der Tabelle nicht genannte Merkmale sind sinngemäß zu berücksichtigen. Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.</i>	

Abbildung 42: Ausführungsbedingungen¹⁰⁰

e) Körperhaltung:





- Es wird eine überschlägige Gesamteinschätzung vorgenommen. Für die Einstufung wird die typische, am längsten auftretende Körperhaltung zugrunde gelegt.
- Gelegentliche ungünstige Körperhaltungen werden nicht berücksichtigt. Treten Merkmale aus zwei Kategorien auf, z.B. „Wechsel von Sitzen und Stehen“

⁹⁸ vgl. Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 4, 5, 30.01.2019

⁹⁹ Abbildung 40: Quelle: Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 5, 30.01.2019

¹⁰⁰ Abbildung 42: Quelle: Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 5, 30.01.2019

und „häufigeres körperfernes Greifen“, so ist in der Bewertung der Mittelwert zu verwenden.¹⁰¹

Körperhaltung ^{**)}		Wichtung
	Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen ist möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
	Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
	Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen ohne Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
	Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope / starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5

^{**)} Es sind die typischen Körperhaltungen zu berücksichtigen. Seltene Abweichungen können vernachlässigt werden.

Abbildung 43: Körperhaltung¹⁰²

4.2.6 Bewertung

Der Punktwert ergibt sich aus der Addition der Wichtung der Leitmerkmale und die Multiplikation mit der Zeitwichtung.

	Art der Kraftausübung(en) im Finger-Hand-Bereich	
+	Kraftübertragung/Greifbedingungen	
+	Hand-/Armstellung und -bewegung	
+	Arbeitsorganisation	
+	Ausführungsbedingungen	
+	Körperhaltung	
=	Summe	

X Zeitwichtung **=** Punktwert

Abbildung 44: Bewertung¹⁰³

Risikobereich ^{***)}	Punktwert	Beschreibung
1	<10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis <25	Mittlere Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis <50	Erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind zu prüfen.
4	>50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Abbildung 45: Risikobeurteilung¹⁰⁴

¹⁰¹ vgl. Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 5, 6, 30.01.2019

¹⁰² Abbildung 43: Quelle: Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 6, 30.01.2019

¹⁰³ Abbildung 44: Quelle: Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 6, 30.01.2019

¹⁰⁴ Abbildung 45: Quelle: Leitmerkalmethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 7, 30.01.2019

- Die Betrachtung der Einzelwichtungen ermöglicht die Identifikation von belasteten Körperregionen.
- Eine hohe Wichtung bei der Kraftausübung durch häufiges kraftbetontes Schneiden bedeutet erhöhte Belastung der Unterarmmuskulatur und -sehnen sowie der Nerven im Handgelenksbereich.
- Eine hohe Wichtung bei der Körperhaltung deutet auf eine Überbelastung der Rumpfmuskulatur, Nackenbereich und Wirbelsäule.¹⁰⁵

4.3 Multiple-Lasten-Tool von KoBRA

(Kooperationsprogramm zu normativem Management von Belastungen und Risiken bei körperlicher Arbeit)

Die Prinzipien der Leitmerkmalsmethoden Heben, Halten, Tragen und Ziehen und Schieben wurden in ein MS-Excel-Tool übertragen und in Abstimmung mit der BAuA zum Multiple-Lasten-Tool weiterentwickelt.

Das Tool ist eine Excel-Tabelle, in der für jede bewegte Last die entsprechenden Leitmerkmale der Lastenhandhabung (Lastgewicht, Körperhaltung usw.) eingetragen wird. Auch bei der Multiple-Lasten-Tool werden Punktwerte also Wichtungen ermittelt und daraus ergibt sich der Risikowert.¹⁰⁶

4.3.1 Vorgehensweise

- Tätigkeit und Analyse (Angabe über Autor, Kostenstelle, Männlich oder Weiblich, usw.)

Multiple-Lasten-Tool					
Werkzeug zur Bewertung multipler Lastenhandhabungen					
Werk:		Kostenstelle:		Geschlecht Arbeitsperson:	männlich
Bereich:		Tätigkeit:		Analytiker:	
				Datum:	

Abbildung 46: Allgemeine Daten¹⁰⁷

- Lastenhandhabungstätigkeiten

¹⁰⁵ vgl. Leitmerkmalermethode Manuelle Arbeit, https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkmalermethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2, Seite 6, 7, 30.01.2019

¹⁰⁶ vgl. Multiple-Lasten-Tool, <http://www.kobra-projekt.de/download/multiple-lasten-tool>, 31.01.2019

¹⁰⁷ Abbildung 46: Quelle: eigenen Darstellung in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf von <http://www.kobra-projekt.de/download/multiple-lasten-tool>, 31.01.2019

○ Allgemeine Daten zum Lastgewicht

Daten			Gewicht
Teilenr.	Behälter / Wagen / Transportmittel	Verwendungsort / Station	Lastgewicht [kg]

Abbildung 47: Allgemeine Daten Lastgewicht¹⁰⁸

• Daten zum Umsetzen, Halten, Tragen der Last

Umsetzen				Optional		Halten				Tragen			
ein- händig	Umsetzen Verladeort 1 Anzahl	Haltung	Ausführungs- bedingungen	Umsetzen Verladeort 2 Anzahl	Ausführ- beding.	ein- händig	Halten > 5s [sec]	Körper- haltung	Ausführ- beding.	ein- händig	Tragen > 5m [m]	Körper- haltung	Ausführ- beding.

Abbildung 48: Daten Umsetzen, Halten, Tragen¹⁰⁹

• Ziehen und Schieben der Last

Ziehen / Schieben						
ZS kurz Anzahl	ZS lang > 5m [m]	Körper- haltung	Ausführ- beding.	Positioniergenauigkeit ZS kurz	ZS lang	Wagen NUR Lenkrollen

Abbildung 49: Daten Ziehen und Schieben¹¹⁰

○ Bewertung (Risikowert wird automatisch berechnet)

Risikobewertung	Gesamt- ergebnis	=	Umsetzen	+	Halten > 5s	+	Tragen > 5m	+	Ziehen Schieben kurz	+	Ziehen Schieben > 5m
	0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Einstufungshilfen			Anzahl gesamt 0		Dauer gesamt 0,0 Min.		Strecke gesamt 0 Meter		Anzahl gesamt 0		Strecke gesamt 0 Meter

Abbildung 50: Bewertung¹¹¹

Grün (0 bis < 25)	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich. Bei 10 bis 25 Punkte kann eine körperliche Überbeanspruchung bei vermindert belastbaren Personen möglich sein. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
Gelb (25 bis < 50)	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt.
Rot (≥ 50)	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Abbildung 51: Risikobewertung¹¹²

¹⁰⁸ Abbildung 47: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiLa_V1.4.xlt,

¹⁰⁹ Abbildung 48: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiLa_V1.4.xlt,

¹¹⁰ Abbildung 49: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiLa_V1.4.xlt,

¹¹¹ Abbildung 50: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiLa_V1.4.xlt,

¹¹² Abbildung 51: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf,

4.3.2 Einstufung Körperhaltung

Vom Aufnehmen bis zum Absenken wird für die Lastenhandhabung charakteristischen Körperhaltungen angenommen. Ein Mittelwert kann aus Haltungswichtungen gebildet werden, wenn beispielsweise unterschiedliche Körperhaltungen eingesetzt werden.

- **Heben, Halten und Tragen**

Körperhaltung Heben, Halten, Tragen





Charakteristische Körperhaltungen und Lastposition	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	Oberkörper aufrecht, nicht verdreht Last am Körper	1
	geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers Last am Körper oder körpfernah	2
	tiefes Beugen oder weites Vorneigen geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers Last körfern oder über Schulterhöhe	4
	weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers Last körfern eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen Hocken oder Knien	8

Abbildung 52: Heben, Halten, Tragen¹¹³

- **Ziehen oder Schieben**

Gelegentliche Rumpfneigung ist zu vernachlässigen.

Körperhaltung Ziehen Schieben





	Körperhaltung	Haltungswichtung
	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung Hocken, Knien, Bücken	4
	Kombination von Bücken und Verdrehen	8

Abbildung 53: Ziehen und Schieben¹¹⁴

¹¹³ Abbildung 52: Quelle: Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4.xlt, 31.01.2019

¹¹⁴ Abbildung 53: Quelle: Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4.xlt, 31.01.2019

4.3.3 Einstufung Ausführungsbedingungen

Es sind die zeitlich überwiegenden Ausführungsbedingungen zu verwenden.

Ausführungsbedingungen Heben, Halten, Tragen

Ausführungsbedingungen	Ausf.- wichtung
Gute ergonomische Bedingungen z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet Gute Greifbedingungen Teilegeometrie bewirkt neutrale Handgelenkstellung Entnahme Kleinteile (ohne größeres Verklemmen) aus dem Großbehälter Teil liegt frei auf "Rutsche", auf Förderband oder in Roboterstation KLT steht "frei" und kann mit beiden Händen gut gepackt werden	0
Leichte Behinderungen bei Greifbedingungen Teilgeometrie bewirkt 1/2 Abweichung der neutralen Handgelenkstellung Ungeeignete Handschuhe (zu dick, zu groß) Entnahme Kleinteile (Teile verklemmen) aus dem Großbehälter KLT's stehen eng nebeneinander im Regal oder auf Dolly (Platz für Hände ausreichend)	1
Verschlechterte ergonomische Bedingungen z.B. Eingeschränkter Bewegungsfreiraum, kleinere Hindernisse im Arbeitsbereich wirken sich auf Standsicherheit aus Ungünstige Greifbedingungen Teilegeometrie bewirkt 2/3 Abweichung der neutralen Handgelenkstellung Entnahme Kleinteile aus Großbehälter (Teile müssen teilweise losgebrochen werden) KLT's stehen so eng nebeneinander, dass kaum Freiraum für Hände besteht	2-3
wesentliche Verschlechterung der ergonomischen Bedingungen z.B. Standsicherheit eingeschränkt (Boden uneben, weich, rutschig, abschüssig), Rückwärts oder seitwärts mitlaufen bei Arbeitsausführung Schlechte Greifbedingungen Teilegeometrie führt zu stark abweichender Handgelenkstellung Teile verhaken ständig ineinander, müssen ständig losgebrochen werden KLT-Blockstapel, KLT kann nur mit Fingerspitzen gepackt werden (Kein Freiraum Hände)	4-5
Extrem schlechte ergonomischen Bedingungen Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit (Stolpergefahr durch Bodenbeschaffenheit), Instabilität des Lastenschwerpunktes, Arbeitsaufgabe am Rand Ausführbarkeit Mehrfaches Nach- und Umgreifen erforderlich Sehr schlechte Greifbedingungen Teilegeometrie führt zu maximal abweichender Handgelenkstellung Kein Griff, keine "richtige" Anpackstelle	6-8

Abbildung 54: Ausführungsbedingung Heben, Halten, Tragen¹¹⁵

¹¹⁵ Abbildung 54: Quelle: Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4.xlt, 31.01.2019

Ausführungsbedingungen Ziehen und Schieben

Ausführungsbedingungen	Ausf.- wichtung
Gut: → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager	0
Eingeschränkt: → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2 ° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen	2
Schwierig: → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigungen 2 bis 5 °, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren „losgerissen“ werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig	4
Kompliziert: → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5 °, → Kombinationen der Merkmale von „Eingeschränkt“ und „Schwierig“	8

Abbildung 55: Ausführungsbedingung Ziehen und Schieben¹¹⁶

4.3.4 Einstufung Positioniergenauigkeit

Mittleres Schrittgeschwindigkeit beträgt ca. 1m/s.

Positioniergenauigkeit Ziehen und Schieben

Positioniergenauigkeit	Bewegungs- geschwindigkeit	
	langsam (< 0,8 m/s)	schnell (0,8 -1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	1	2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	2	4

Abbildung 56: Positioniergenauigkeit¹¹⁷

¹¹⁶ Abbildung 55: Quelle: Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4.xlt, 31.01.2019

¹¹⁷ Abbildung 56: Quelle: Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiLa_V1.4.xlt, 31.01.2019

1.1.2 Beispiel: Maschinenbedienung und Einlegetätigkeiten

Multiple-Lasten-Tool											
Werkzeug zur Bewertung multipler Lastenhandhabungen											
Werk: 125		Kostenstelle: 4811		Geschlecht Arbeitsperson: männlich				Analytiker: Muster		Datum: 31.01.2019	
Bereich: Stirnradfertigung		Tätigkeit: Maschinenbedienung									
Risikobewertung	Gesamt- ergebnis	=	Umsetzen	+	Halten >5s	+	Tragen >5m	+	Ziehen Schieben kurz	+	Ziehen Schieben >5m
	33,3		25,2		0,0		0,0		8,2		0,0
Einstufungshilfen		Anzahl gesamt 826		Dauer gesamt 0,0 Min.		Strecke gesamt 0 Meter		Anzahl gesamt 33		Strecke gesamt 0 Meter	

Abbildung 57: Beispiel Stirnradfertigung¹¹⁸

Daten			Gewicht	Umsetzen			
Teilenr.	Behälter / Wagen / Transportmittel	Verwendungsort / Station	Lastgewicht [kg]	ein- händig	Umsetzen Verladeort 1 Anzahl	Haltung	Ausführungs- bedingungen
25879	Stirnrad	einlegen	8,0	ja	330	1,5	2
		abstabeln	7,5		330	1,0	1
	voller Wagen		150,0				
	Zwischenlager		5,0		165	1,0	1
	Fräser wechseln		5,0		1	1,5	3

Abbildung 58: Beispiel Stirnradfertigung¹¹⁹

Ziehen / Schieben						
ZS kurz Anzahl	ZS lang >5m [m]	Körper haltung	Ausführ. beding.	Positioniergenauigkeit ZS kurz	ZS lang	Wagen NUR Lenkrollen
33		1,0	0	1		nein

Abbildung 59: Beispiel Stirnradfertigung¹²⁰

Risikowert 33,3 ergibt eine erhöhte Belastung.

¹¹⁸ Abbildung 57: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiPLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiPLa_V1.4.xlt,

¹¹⁹ Abbildung 58: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiPLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiPLa_V1.4.xlt,

¹²⁰ Abbildung 59: Quelle: eigenen Darstellung, in Anlehnung an Multiple-Lasten-Tool, Einstufungshilfe, MultiPLa_V1.4_Einstufungshilfe.pdf, mit MultiPLa_V1.4.xlt,

4.4 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA dient der Begutachtung des Arbeitsplatzes. Die Methode soll die Notwendigkeit der ergonomischen Veränderung am Arbeitsplatz eruieren.

Das Vorgehen wird mittels Tabelle 1 bestimmt.

Gesamtpunktwert	abgeleitetes Vorgehen
1 bis 2	akzeptable Verhältnisse, keine Notwendigkeit weiterer Maßnahmen
3 bis 4	in naher Zukunft weitere Maßnahmen einleiten
5 bis 6	in Kürze weitere Maßnahmen einleiten
7	sofort weitere Maßnahmen einleiten

Tabelle 1: Bewertung Gesamtpunktwert¹²¹

Dieses Verfahren soll zu einem schnellen Ergebnis führen. Hierfür wird ein Arbeitsbogen genutzt, der direkt am Arbeitsplatz auszufüllen ist.

Es muss für jeden Arm ein eigener Bogen ausgefüllt werden. Es werden mehrere Arbeitszyklen beobachtet, um die Körperhaltungen, die bewertet werden sollen, zu erkennen.

4.4.1 Vorgehensweise RULA Teil 1

Die Bewegungen und Haltungen der oberen Extremität werden bewertet.

1. Haltung des Oberarms (Einschätzung der Flexion nach vorne und Extension nach hinten). Punktwert ergibt sich aus Piktogramm. Wird der Arm um 60° nach vorne angehoben, so ergibt das einen Punktwert von +3.
 - a. Zusätzlich wird ermittelt, ob die Schulter angehoben ist oder der Arm seitlich abgespreizt ist. Dann wird ein Punkt zusätzlich dazu gezählt.
 - b. Werden die Arme unterstützt oder lehnt sich die Person an, wird ein Punkt subtrahiert.
 - c. Der Endwert wird im Bogen ganz oben unter „Oberarmwert“ eingetragen.¹²²

¹²¹ Tabelle 1: Quelle: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 01, 31.01.2019

¹²² vgl. RULA, Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 01, 31.01.2019

2. Haltung de Unterarms (Bewertung der Beugung des Ellbogens)
 - a. Einwärtsdrehung (Unterarm über der Mitte des Körpers)
 - b. Auswärtsdrehung (Unterarm zur Seite des Körpers gedreht)
 - c. Endwert wird in das Kästchen „Unterarm“ eingetragen.
3. Bewertung Handgelenk
 - a. Streckung bis 15° wird mit 2 Punkten bewertet.
 - b. Beugung bis 15° wird mit 2 Punkten bewertet, darüber hinaus mit 3 Punkten.
 - c. Krümmung im Handgelenk wird mit 1 Punkt bewertet
 - d. Die Summe der Punkte werden in das Feld „Handgelenkswert“ eingetragen.
4. Umwendung des Unterarms
 - a. Im Neutralbereich wird ein Punkt bewertet
 - b. Umwendung im endgradigen Bewegungsbereich mit 2 Punkten.
 - c. Endwert wird in das Kästchen „Umwendungswert“ eingetragen
5. Durch diese vier Haltungswerte ergibt sich der Haltungswert für Arm und Handgelenk der auch in das Feld eingetragen wird.¹²³

Arbeitsbogen zur Bewertung von Belastungen der oberen Gliedmaßen
RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Teil 1

Füllen Sie den Arbeitsbogen nach dem u. a. Schema für den rechten und linken Arm getrennt aus!

A. Analyse der Arm- und Handgelenkshaltung

1. Bestimmen Sie die Haltung des Oberarms

1. a) Addieren Sie

- wenn die Schulter angehoben ist +1
- wenn der Oberarm abduziert ist +1
- wenn der Arm unterstützt oder die Person angelehnt ist -1

2. Bestimmen Sie die Haltung des Unterarms

2. a) Addieren Sie

- wenn der Unterarm über die Mitte des Körpers hinaus arbeitet +1
- wenn der Unterarm zur Seite des Körpers gedreht ist +1

3. Bestimmen Sie die Haltung des Handgelenks

3. a) Addieren Sie

- wenn das Handgelenk seitlich gekrümmt gehalten wird +1

4. Bestimmen Sie die Umwendung des Unterarms bzw. der Hand

Umwendungen im Neutralbereich = 1
Umwendung im endgradigen Bewegungsbereich = 2

5. Lesen Sie den Wert für Arm und Handgelenkshaltung unter Verwendung der oben ermittelten Werten aus der Tabelle ab!

Tabelle A:
Wert der Arm- und Handgelenkshaltung

Oberarm	Unterarm	Handgelenk			
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	2
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
1	4	2	3	3	3
2	1	3	3	3	3
2	2	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3
2	4	3	3	3	3
3	1	4	4	4	4
3	2	4	4	4	4
3	3	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4
4	1	5	5	5	5
4	2	5	5	5	5
4	3	5	5	5	5
4	4	5	5	5	5
5	1	6	6	6	6
5	2	6	6	6	6
5	3	6	6	6	6
5	4	6	6	6	6
6	1	7	7	7	7
6	2	7	7	7	7
6	3	7	7	7	7
6	4	7	7	7	7

Haltungswert für Arm und Handgelenk

Abbildung 60: RULA Teil 1¹²⁴

¹²³ vgl. RULA, Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 02, 31.01.2019

¹²⁴ Abbildung 60: Quelle: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 05, 31.01.2019

1.1.3 Vorgehensweise RULA Teil 2

Dieser Bogen dient der Bewertung des Kopfes, Hals, Oberkörper und der Beine.

6. Haltung des Halses

- a. Bewertung der Neigung des Kopfes nach hinten mit 4 Punkten
- b. Neigung nach vorne eine Wert von 1 bis 3
- c. Ein Punkt kommt bei Drehung oder Seiten Neigung des Halses hinzu.
- d. Endwert wird ins Kästchen „Halswert“ eingetragen.

7. Neigung des Oberkörpers

- a. Rumpfneigung nach hinten im Sitzen und wenn der Oberkörper gestützt ist wird mit einem Punkt bewertet.
- b. Oberkörper nicht gestützt mit zwei Punkten bewertet.
- c. Ein Punkt wird addiert wenn es zu einer Drehung oder Seitneigung des Oberkörpers kommt.¹²⁵
- d. Endwert kommt in das Feld „Oberkörperwert“.

8. Beinhaltung

- a. Beidseitig belastet wird ein Punkt abgezogen.
- b. Einseitige Belastung werden zwei Punkte abgezogen.
- c. Punktwert wird in das Kästchen „Beinwert“ eingetragen.

9. Durch diese drei Haltungswerte ergibt sich der Haltungswert für Haltungswert für Hals, Oberkörper und Beine der auch in das Feld eingetragen wird.

¹²⁵ vgl. Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung,
<https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 03, 31.01.2019

Arbeitsbogen zur Bewertung von Belastungen der oberen Gliedmaßen
RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Teil 2

Füllen Sie den Arbeitsbogen nach dem u. a. Schema aus!

B. Analyse der Hals-, Oberkörper- und Beinhaltung

6. Bestimmen Sie die Haltung des Halses

Flexion

+1 +2 +3 +4

0° bis 10° 10° bis 20° >20°

Extension

+1 +2 +3 +4

0° bis 10° 10° bis 20° >20°

6. a) Addieren Sie, wenn der Hals gedreht ist, wenn der Hals seitlich geneigt ist. +1

7. Bestimmen Sie die Haltung des Oberkörpers

sitzend

-20°

+1

mit Unterstützung des Oberkörpers = +1
ohne Unterstützung des Oberkörpers = +2

aufrecht stehend

+1 +2 +3 +4

0° bis 20° 20° bis 60° >60°

7. a) Addieren Sie, wenn der Oberkörper gedreht ist, wenn der Oberkörper seitlich geneigt ist. +1

8. Bestimmen Sie die Haltung der Beine

beidseitig unterstützt, ausgewogen belastet

-1

einbeinig, einseitig belastet

-2

9. Lesen Sie den Haltungswert für Hals-, Oberkörper und Beine unter Verwendung der oben ermittelten Werte aus der Tabelle ab!

Tabelle B: Wert der Oberkörper- und Beinhaltung

		Oberkörper						Beine						
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Halswert	1	1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
	2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	7
	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7
	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
	5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		Oberkörperwert						Beinwert						
		Haltungswert für Hals, Oberkörper und Beine												

Abbildung 61: RULA Teil 2¹²⁶

4.4.2 Vorgehensweise RULA Teil 3

Der Haltungswert für Arm und Handgelenk und für Hals, Oberkörper und Beine und die Punkte für die Muskularbeit, Kraft/Last werden in diesem Bogen eingetragen.

10. Muskularbeit

- statischer Körperhaltung (länger als eine Minute) wird ein Punkt addiert.
- Repetition (4 x oder mehr/Minute) wird ein Punkt addiert.
- Endwert wird in das Feld „Wert für Muskularbeit“ eingetragen.

11. Kraft/Last

- Last 2kg – 10kg (zeitweilig) +1 Punkt
- Last 2kg – 10kg (statisch oder wiederholt) +2 Punkte
- Last >10kg oder wiederholt oder plötzlich +3 Punkte
- Endwert wird in das Feld „Wert für Kraft/Last“ eingetragen.

Zu beachten ist das die Punkte für Arme, Hände, Beine, Hals und Oberkörper getrennt bewertet werden muss.

¹²⁶ Abbildung 61: Quelle: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 06, 31.01.2019

Um die Gesamtpunktzahl zu ermitteln werden die Gesamtwerte (A) und (B) addiert und aus der Tabelle aus Abbildung 62 erhält man dann die Gesamtpunktzahl und Bewertung ¹²⁷

**Arbeitsbogen zur Bewertung von Belastungen der oberen Gliedmaßen
RULA (Rapid Upper Limb Assessment) Teil 3**

Füllen Sie den Arbeitsbogen nach dem u. a. Schema aus.

Arm und Handgelenk

Haltungswert für Arm und Handgelenk: ?

Wert für Muskelarbeit: ?

Wert für Kraft/Last: ?

Gesamtwert (A) für Arm und Handgelenk: ?

Hals, Oberkörper und Beine

Haltungswert für Hals, Oberkörper und Beine: ?

Wert für Muskelarbeit: ?

Wert für Kraft/Last: ?

Gesamtwert (B) für Hals, Oberkörper und Beine: ?

10. Addieren Sie für die Muskelarbeit bei statischer Körperhaltung (länger als eine Minute) oder bei Repetition (4 x oder mehr/Minute) _____ +1

11. Addieren Sie für Kraft/Last: Last < 2 kg (zeitweilig) _____ +0
Last 2 kg – 10 kg (zeitweilig) _____ +1
Last 2 kg – 10 kg (statisch o. wiederholt) _____ +2
> 10 kg o. wiederholt o. plötzlich _____ +3

Tabelle C: Gesamtpunktzahl

B	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Gesamtpunktzahl	Bewertung
1 bis 2	akzeptabel
3 bis 4	in naher Zukunft weitere Maßnahmen einleiten
5 bis 6	in Kürze weitere Maßnahmen einleiten
7	sofort weitere Maßnahmen einleiten

Abbildung 62: RULA Teil 3 ¹²⁸

¹²⁷ vgl. Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 03, 31.01.2019

¹²⁸ Abbildung 62: Quelle: Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, <https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>, Seite 07, 31.01.2019

5. Schluss

5.1 Erkenntnis

Ergonomisch richtig gestaltete Arbeitsplätze sind kein Widerspruch zur Wirtschaftlichkeit, sie sind Grundlage zum Erhalt der Leistungsfähigkeit, Motivation und die Gesundheit der Mitarbeiter/innen. Werden die Ergonomie-Kenntnisse richtig umgesetzt so ist dies ein Gewinn an Sicherheit, Arbeitsschutz und der Arbeitsqualität. Zudem werden auch die Ausfalltage und die dazugehörigen Kosten aufgrund von Krankenständen reduziert.

Ergonomie optimiert zudem auch die Arbeitsabläufe was dazu führt, dass weniger Fehler oder Ausschuss produziert wird. Außerdem sind die Menschen im Unternehmen motivierter und zufriedener.

Auch die Kosten für einen ergonomischen Arbeitsplatz sind nicht so hoch, wenn man beispielsweise einen Arbeitsplatz neu plant. Bei bestehenden Arbeitsplätzen fallen durch die ergonomischen Anpassungen Kosten an, die aber durch höhere Produktivität und Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter ausgeglichen werden.

1.2 Empfehlung

Will man zufriedenen Mitarbeiter, den Krankenstand minimieren und die Produktivität steigern sollte man darüber nachdenken, ergonomische Umbauten zu realisieren. Auch die bei Punkt 4 angewendeten Methoden sind hilfreich zur ergonomischen Arbeitsplatzevaluierung und Neugestaltung eines Arbeitsplatzes. Die Leitmerkmalmethode wurde gewählt, da dies eine erprobte Methode zur quantitativen Bewertung der physischen Arbeitsbelastung ist. Das Multiple-Lasten-Tool wurde für den Vergleich zu Leitmerkmalmethode verwendet, da diese vergleichbar sind. Auch die Methode RULA ist für bestehende Arbeitsplätze empfehlenswert, da hier nur die Notwendigkeit der Arbeitsplatzgestaltung bewertet wird.

6. Anhang

Zur Bestimmung der Wichtungen ist grundsätzlich die Interpolation von Zwischenstufen erlaubt. Dazu existieren Interpolationstabellen zu der Leitmerkmalmethode samt graphischer Darstellung.

6.1 Interpolation – Zeitwichtung (Heben)

Ermittlung der Zeitwichtung (Heben)

Anzahl Handhabungen			Wichtung	
0	≤	2	=	0,5
3	≤	9	=	1
10	≤	19	=	1,5
20	≤	37	=	2
38	≤	60	=	2,5
61	≤	84	=	3
85	≤	107	=	3,5
108	≤	148	=	4
149	≤	205	=	4,5
206	≤	263	=	5
264	≤	320	=	5,5
321	≤	398	=	6
399	≤	498	=	6,5
499	≤	598	=	7
599	≤	698	=	7,5
699	≤	828	=	8
829	≤	980	=	8,5
981	≤	1136	=	9
1137	≤	1292	=	9,5
	>	1292	=	10

Tabelle 2: Ermittlung der Zeitwichtung Heben

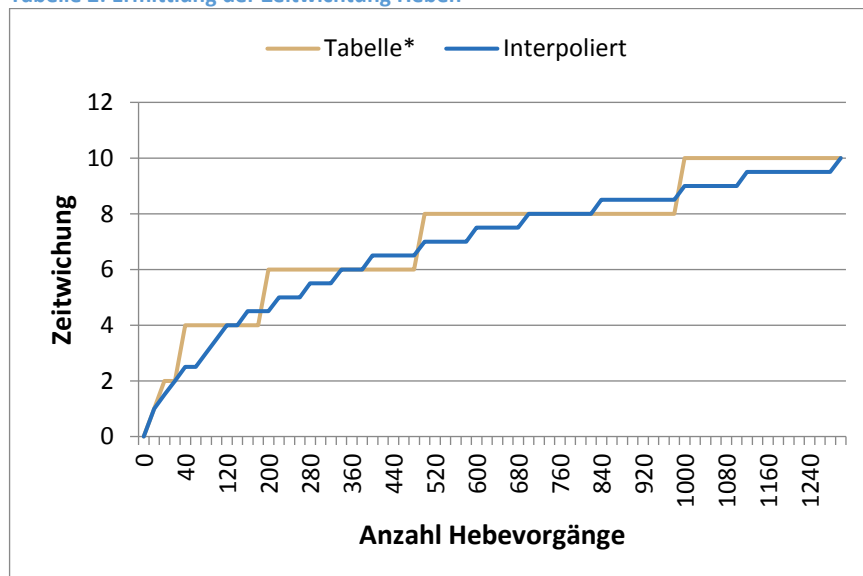


Abbildung 63: Ermittlung der Zeitwichtung Heben

*Mit „Tabelle“ werden die Werte in den offiziellen Formblättern der Leitmerkmalmethode gemeint.

6.2 Interpolation – Zeitwichtung (Halten)

Ermittlung der Zeitwichtung (Halten):

Gesamtdauer am Arbeitstag			Wichtung	
0 min	≤	3 min	=	0,5
4 min	≤	6 min	=	1
7 min	≤	9 min	=	1,5
10 min	≤	13 min	=	2
14 min	≤	20 min	=	2,5
21 min	≤	27 min	=	3
28 min	≤	34 min	=	3,5
35 min	≤	44 min	=	4
45 min	≤	57 min	=	4,5
58 min	≤	70 min	=	5
71 min	≤	83 min	=	5,5
84 min	≤	101 min	=	6
102 min	≤	123 min	=	6,5
124 min	≤	146 min	=	7
147 min	≤	168 min	=	7,5
169 min	≤	195 min	=	8
196 min	≤	225 min	=	8,5
226 min	≤	257 min	=	9
258 min	≤	292 min	=	9,5
	>	293 min	=	10

Tabelle 3: Ermittlung der Zeitwichtung Halten

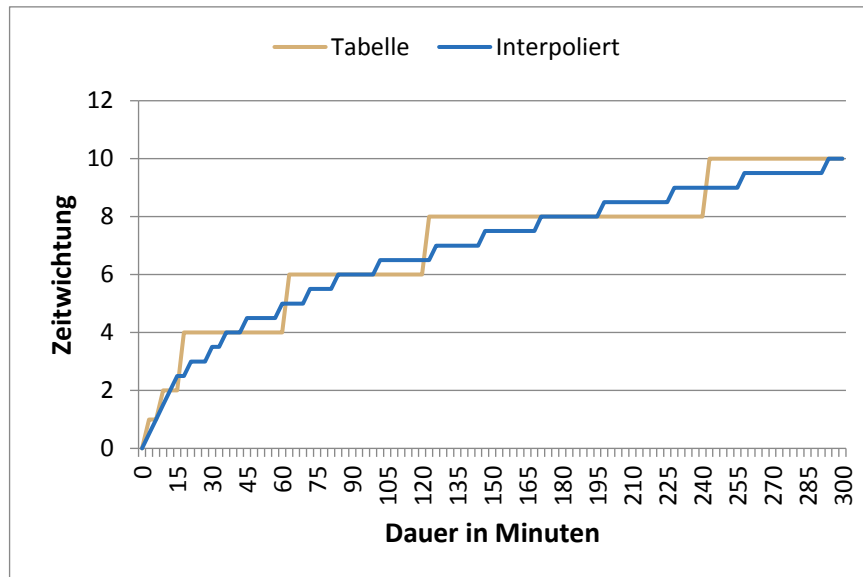


Abbildung 64: Ermittlung der Zeitwichtung Halten

6.3 Interpolation – Zeitwichtung (Tragen)

Ermittlung der Zeitwichtung (Tragen):

Gesamtweg am Arbeitstag			Wichtung	
0 m	≤	219 m	=	0,5
220 m	≤	274 m	=	1
275 m	≤	524 m	=	1,5
525 m	≤	881 m	=	2
882 m	≤	1,32 km	=	2,5
1,33 km	≤	1,80 km	=	3
1,81 km	≤	2,27 km	=	3,5
2,28 km	≤	2,94 km	=	4
2,95 km	≤	3,80 km	=	4,5
3,81 km	≤	4,69 km	=	5
4,70 km	≤	5,54 km	=	5,5
5,55 km	≤	6,74 km	=	6
6,75 km	≤	8,24 km	=	6,5
8,25 km	≤	9,74 km	=	7
9,75 km	≤	11,24 km	=	7,5
11,25 km	≤	12,50 km	=	8
12,51 km	≤	13,50 km	=	8,5
13,51 km	≤	14,50 km	=	9
14,51 km	≤	15,50 km	=	9,5
	>	15,50 km	=	10

Tabelle 4: Ermittlung der Zeitwichtung Tragen

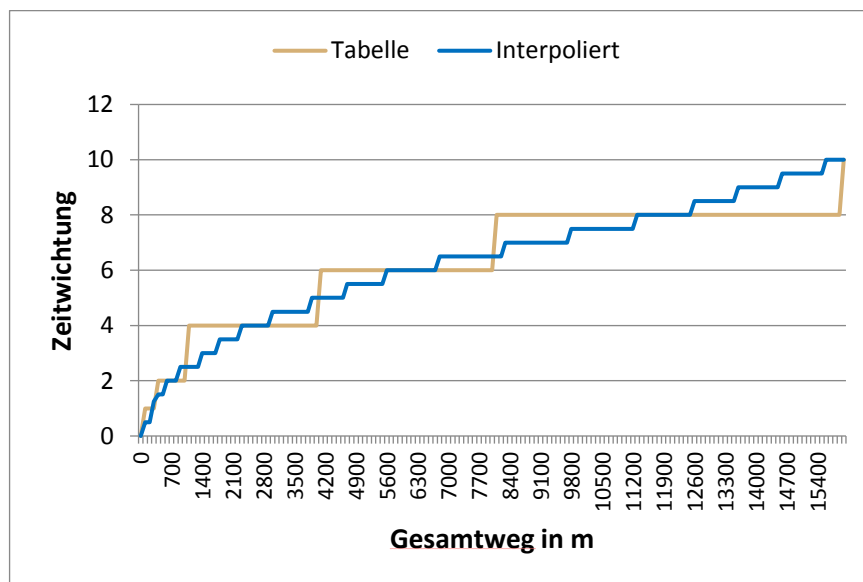


Abbildung 65: Ermittlung der Zeitwichtung Tragen

6.4 Interpolation - Lastwichtung bei Heben/Halten/Tragen

Für Männer:

	Last		Wichtung	
0 kg	≤	4 kg	=	0,5
4 kg	≤	9 kg	=	1
9 kg	≤	13 kg	=	1,5
13 kg	≤	17 kg	=	2
17 kg	≤	20 kg	=	2,5
20 kg	≤	24 kg	=	3
24 kg	≤	28 kg	=	4
28 kg	≤	31 kg	=	5
31 kg	≤	34 kg	=	6
34 kg	≤	36 kg	=	7
36 kg	≤	38 kg	=	8
38 kg	≤	39 kg	=	9
	>	40 kg	=	25

Tabelle 5: Lastwichtung Männer

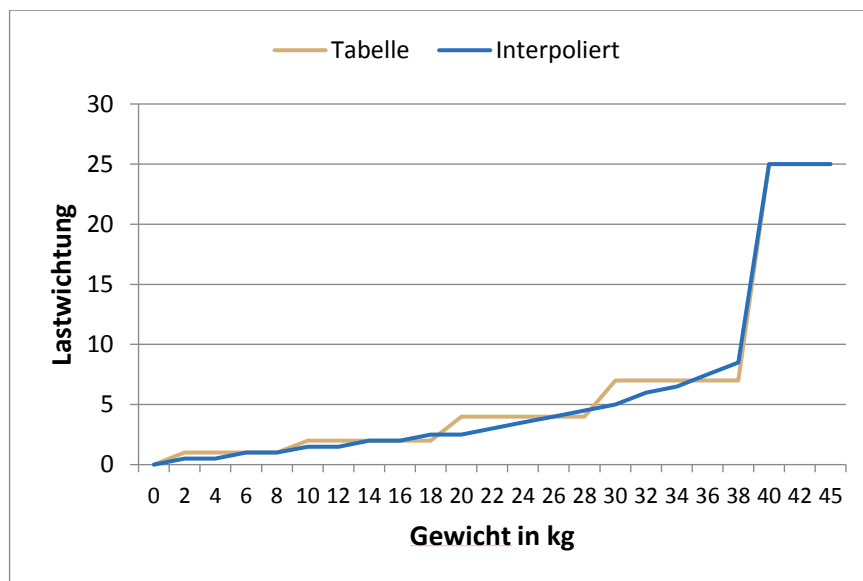


Abbildung 66: Lastwichtung Männer

6.5 Interpolation - Lastwichtung bei Heben/Halten/Tragen

Für Frauen:

	Last		Wichtung	
0 kg	≤	5 kg	=	1
5 kg	≤	9 kg	=	2
9 kg	≤	13 kg	=	3
13 kg	≤	16 kg	=	4
16 kg	≤	18 kg	=	5
18 kg	≤	19 kg	=	6
19 kg	≤	21 kg	=	7
21 kg	≤	22 kg	=	8
22 kg	≤	23 kg	=	9
23 kg	≤	24 kg	=	10
	>	25 kg	=	25

Tabelle 6: Lastwichtung Frauen

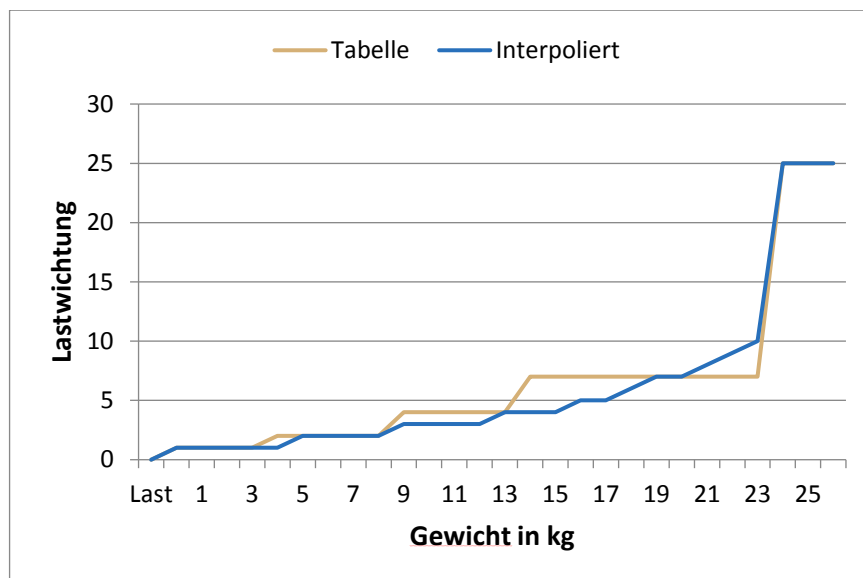


Abbildung 67: Lastwichtung Frauen

6.6 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Zeitwichtung (über kurze Distanzen):

Anzahl am Arbeitstag			Wichtung	
0	≤	2	=	0,5
3	≤	9	=	1
10	≤	19	=	1,5
20	≤	37	=	2
38	≤	60	=	2,5
61	≤	84	=	3
85	≤	107	=	3,5
108	≤	148	=	4
149	≤	205	=	4,5
206	≤	263	=	5
264	≤	320	=	5,5
321	≤	398	=	6
399	≤	498	=	6,5
499	≤	598	=	7
599	≤	698	=	7,5
699	≤	828	=	8
829	≤	980	=	8,5
981	≤	1136	=	9
1137	≤	1292	=	9,5
	>	1292	=	10

Tabelle 7: Ermittlung der Zeitwichtung (über kurze Distanzen)

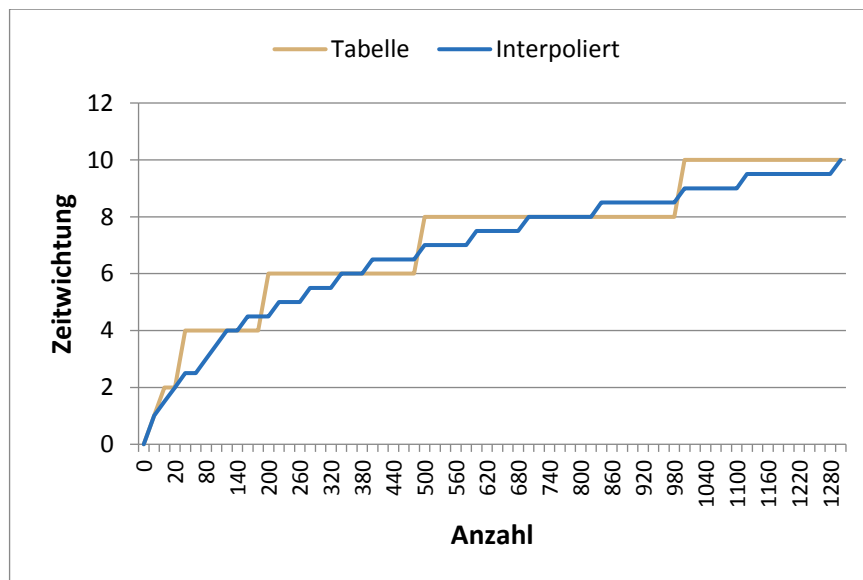


Abbildung 68: Ermittlung der Zeitwichtung (über kurze Distanzen)

6.7 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Zeitwichtung (über lange Distanzen):

Gesamtweg am Arbeitstag			Wichtung	
0 m	≤	219 m	=	0,5
220 m	≤	274 m	=	1
275 m	≤	524 m	=	1,5
525 m	≤	881 m	=	2
882 m	≤	1,32 km	=	2,5
1,33 km	≤	1,80 km	=	3
1,81 km	≤	2,27 km	=	3,5
2,28 km	≤	2,94 km	=	4
2,95 km	≤	3,80 km	=	4,5
3,81 km	≤	4,69 km	=	5
4,70 km	≤	5,54 km	=	5,5
5,55 km	≤	6,74 km	=	6
6,75 km	≤	8,24 km	=	6,5
8,25 km	≤	9,74 km	=	7
9,75 km	≤	11,24 km	=	7,5
11,25 km	≤	12,50 km	=	8
12,51 km	≤	13,50 km	=	8,5
13,51 km	≤	14,50 km	=	9
14,51 km	≤	15,50 km	=	9,5
	>	15,50 km	=	10

Tabelle 8: Ermittlung der Zeitwichtung (über lange Distanzen)

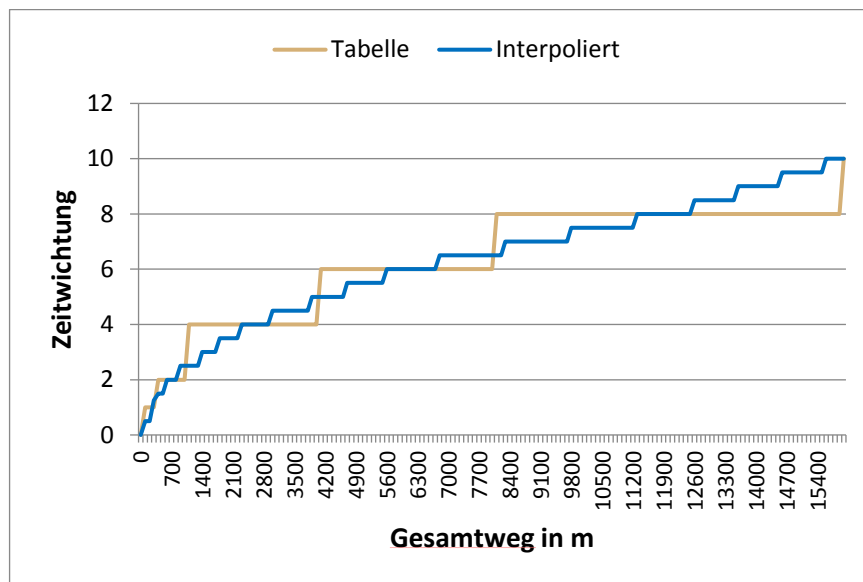


Abbildung 69: Ermittlung der Zeitwichtung (über lange Distanzen)

1.3 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Lastwichtung (Rollen ohne Hilfsmittel oder Wagen mit Bockrollen):

Lastgewicht			Wichtung	
0 kg	≤	49 kg	=	0,5
50 kg	≤	112 kg	=	1
113 kg	≤	199 kg	=	1,5
200 kg	≤	274 kg	=	2
275 kg	≤	324 kg	=	2,5
325 kg	≤	387 kg	=	3
388 kg	≤	462 kg	=	3,5
463 kg	≤	624 kg	=	4
625 kg	≤	799 kg	=	4,5
800 kg	≤	1000 kg	=	5
	>	1000 kg	=	unzulässig

Tabelle 9: Ermittlung der Lastwichtung (Rollen ohne Hilfsmittel oder Wagen mit Bockrollen)

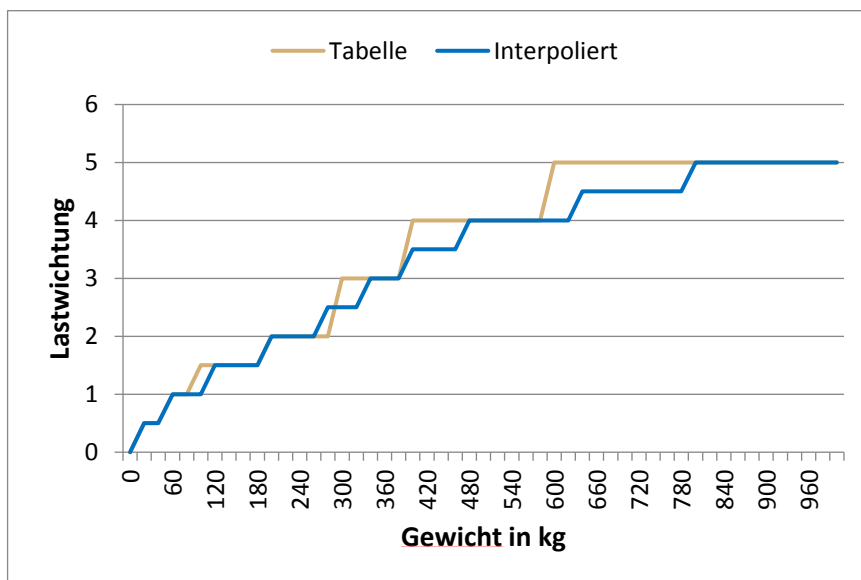


Abbildung 70: Ermittlung der Lastwichtung (Rollen ohne Hilfsmittel oder Wagen mit Bockrollen)

6.8 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Lastwichtung (Karren und Manipulatoren):

Lastgewicht			Wichtung	
0 kg	≤	49 kg	=	0,5
50 kg	≤	93 kg	=	1
94 kg	≤	130 kg	=	1,5
131 kg	≤	162 kg	=	2
163 kg	≤	187 kg	=	2,5
188 kg	≤	212 kg	=	3
213 kg	≤	268 kg	=	3,5
269 kg	≤	300 kg	=	4
	>	300 kg	=	unzulässig

Tabelle 10: Ermittlung der Lastwichtung (Karren und Manipulatoren)

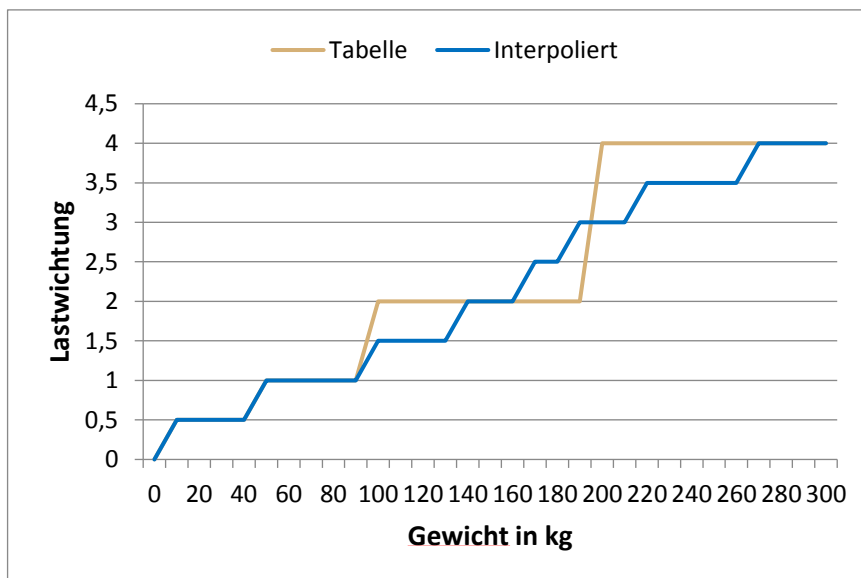


Abbildung 71: Ermittlung der Lastwichtung (Karren und Manipulatoren)

6.9 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Lastwichtung (Wagen nur mit Lenkrollen):

Lastgewicht			Wichtung	
0 kg	≤	49 kg	=	0,5
50 kg	≤	93 kg	=	1
94 kg	≤	131 kg	=	1,5
132 kg	≤	174 kg	=	2
175 kg	≤	224 kg	=	2,5
225 kg	≤	274 kg	=	3
275 kg	≤	324 kg	=	3,5
325 kg	≤	412 kg	=	4
413 kg	≤	537 kg	=	4,5
538 kg	≤	600 kg	=	5
	>	600 kg	=	unzulässig

Tabelle 11: Ermittlung der Lastwichtung (Wagen nur mit Lenkrollen)

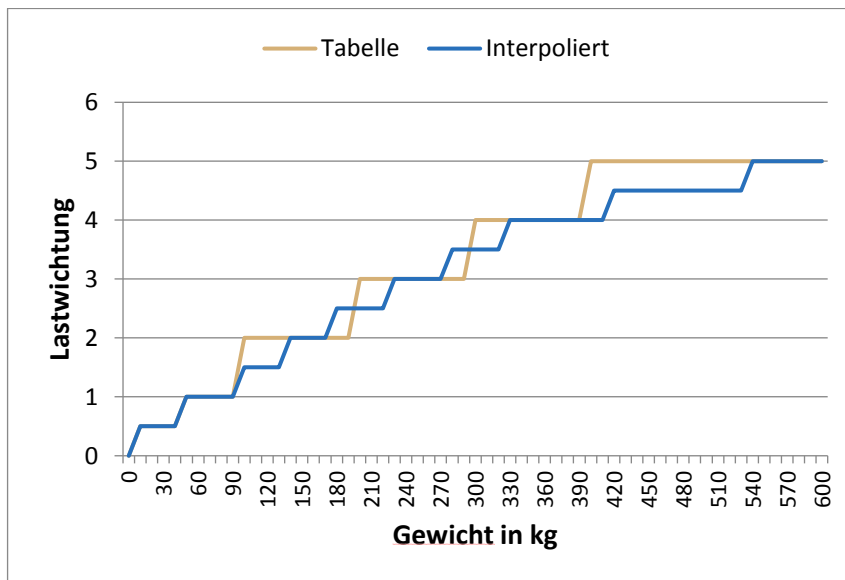


Abbildung 72: Ermittlung der Lastwichtung (Wagen nur mit Lenkrollen)

6.10 Interpolation – Zeitwichtung bei Ziehen und Schieben

Ermittlung der Lastwichtung (Gleitend):

Lastgewicht			Wichtung	
0 kg	≤	5 kg	=	0,5
5 kg	≤	12 kg	=	1
13 kg	≤	16 kg	=	1,5
17 kg	≤	21 kg	=	2
22 kg	≤	29 kg	=	2,5
30 kg	≤	38 kg	=	3
39 kg	≤	45 kg	=	3,5
46 kg	≤	50 kg	=	4
	>	50 kg	=	unzulässig

Tabelle 12: Ermittlung der Lastwichtung (Gleitend)

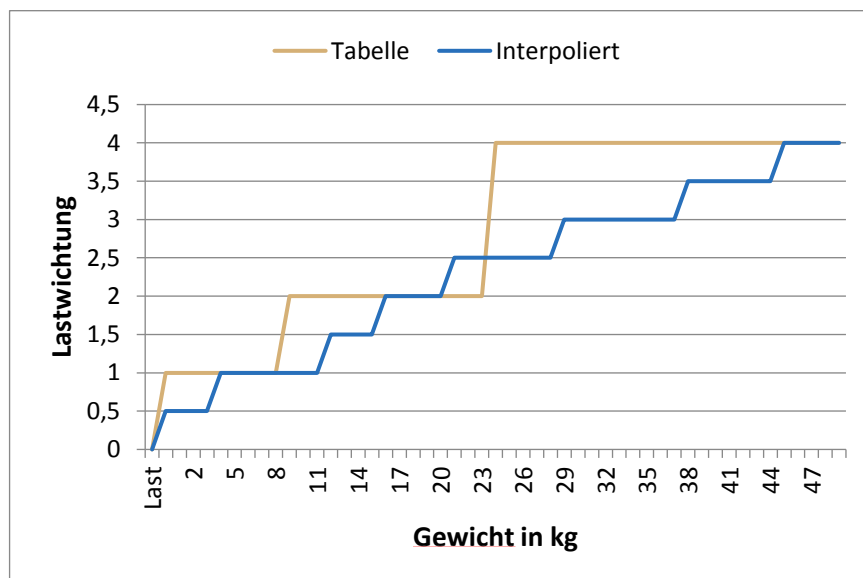


Abbildung 73: Ermittlung der Lastwichtung (Gleitend)

Literaturverzeichnis

Arbeitsschutz & Gefahrenstoffe [Online] / Verf. Johannsen Stefan // Ergonomie am Arbeitsplatz / Hrsg. WEKA. - 12. 01 2015. - 29. 01 2019. - <https://www.weka.de/arbeitschutz-gefahrstoffe/arbeitsplaetze-und-arbeitsablaeufe-ergonomisch-gestalten/>.

Betriebswirtschaft- lernen [Online] // Job-Rotation. - 29. 01 2019. - <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobrotation/>.

Betriebswirtschaft-lernen [Online] // Job-Enrichment. - 29. 01 2019. - <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobenrichment/>.

Betriebswirtschaft-lernen [Online] // Job-Enlargement. - 29. 01 2019. - <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/jobenlargement/>.

Ergonomie [Online] / Hrsg. Unfallversicherungsanstalt Sicherheitsinformationen der Allgemeinen. - 28. 01 2019. - <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.544627&version=1433162138>.

Ergonomie und Arbeitssicherheit / Verf. B.Marti. - Luzern : Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 1984.

Ergonomie. Erfolgsfaktor für jedes Unternehmen [Online] / Verf. Dieter Schmitter Suva, Bereich Physik / Hrsg. Gesundheitsschutz Suva. - 28. 01 2019. - http://www.sohf.ch/Themes/Ergo/44061_D.pdf.

Ergonomieratgeber für manuelle Produktionssysteme [Online] / Hrsg. Group Rexroth Bosch. - 28. 01 2019. - https://www.hreiter.at/userfiles/file/c3a8a8f4-0afd-46cb-a049-f87c98d0756eErgonomieratgeber_fuer_MPS.pdf.

Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte, Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie [Buch] / Verf. Alfred Neudörfer. - [s.l.] : Springer Vieweg. - Bd. 7.

Leitfaden Ergonomie am Arbeitsplatz [Online] / Hrsg. DELTA-V GmbH Büro- und Betriebseinrichtungen. - 28. 01 2019. - https://www.delta-v.de/out/Newsletterbilder/pages/kataloganfo/k_wegweiser_bildschirm.pdf.

Leitfaden für die Gefährdungsbeurteilung in Klein- und Mittelbetrieben [Online] / Verf. Dieter Schmitter Ulf Steinberg, Detlef Trippler, Michael Wichtl // Manuelle Lastenhandhabung Heben, Halten, Tragen, Ziehen / Hrsg. e.K Verlag Technik & Information / Prod. Sicherheit Internationale Vereinigung für soziale. - 30. 01 2019. - <https://www.auva.at/cdscontent/load?contentid=10008.597436&version=1445512739>.

Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben [Online]. - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. - 30. 01 2019. -

https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Leitmerkalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen
 [Online] // Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. - 30. 01 2019. -
https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physische-Belastung/Leitmerkalmethode/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Mensch und Arbeit ,Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaft, BGI 523. - Seite 6.

Multiple-Lasten-Tool [Online] // KoBRA- Projekt. - Institut für Arbeitswissenschaft, Technische Universität Darmstadt. - 31. 01 2019. - <http://www.kobra-projekt.de/download/multiple-lasten-tool>.

RULA [Online] // Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung. - 31. 01 2019. -
<https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/rep/pdf/rep07/biar0207/rula.pdf>.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass diese Arbeit von mir selbstständig und unter Verwendung der angegebenen Literatur und den genannten Literaturquellen angefertigt wurde.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt.

Stainz, den 04.02.2019

Karin Koch